www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

1e JAARGANG NUMMER 7 JULI 1936

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

PLANTENBESTRALING MET NEONLICHT

door J. W. M. ROODENBURG en G. ZECHER.

Samenvatting. Door het gebrek aan licht is de groei en de ontwikkeling van de planten in de winter sterk geremd. Men kan deze remming opheffen of verminderen door de planten met kunstmatig licht te bestralen. Hiervoor is tengevolge van zijn gunstige spectrale verdeeling het neonlicht speciaal geschikt. Door de technische ontwikkeling van de neonlichtbronnen voor plantenbestraling en de door Roodenburg op grond van proeven gegeven bestralingsvoorschriften is de weg geopend voor de toepassing van de plantenbestraling door den kweeker en den amateur.

In de laatste tijd heeft men, nadat al tientallen jaren vergeefsche pogingen in dezelfde richting gedaan waren, in Nederland en elders opmerkelijke successen geoogst met de kunstmatige bestraling van planten. Dat het licht een der belangrijkste factoren is in het leven der planten, is een oud inzicht, en het was een voor de hand liggende gedachte om te trachten door toevoer van kunstmatig licht invloed op groei en ontwikkeling van de plant uit te oefenen. Doch eerst de technische ontwikkeling der benoodigde lichtbronnen heeft hier een diepergaand onderzoek mogelijk gemaakt en de weg geopend voor de practische toepassing van de plantenbestraling door den kweeker en den plantenliefhebber.

Samenstelling van het licht voor de plantenbestraling

Het leven van de plant, haar groei en haar ontwikkeling, hangt ten nauwste samen met bepaalde chemische processen. Een van de belangrijkste hiervan is de koolzuurassimilatie, waarbij de plant uit het koolzuur van de lucht en uit water de koolhydraten vormt, waarmee de plant grootendeels wordt opgebouwd. De koolzuurassimilatie vindt alleen plaats onder de invloed van licht, dat door de groene bladkleurstof, het chlorophyl, wordt geabsorbeerd. Daalt de voor de plant beschikbare lichthoeveelheid beneden een zekere grens, zooals bijv. in de korte winterdagen, dan staat de groei nagenoeg stil, ook al worden door onderbrenging in verwarmde en vochtige kassen en door toevoer van meststoffen de overige omstandigheden voor de plant zoo gunstig mogelijk gemaakt.

Door aanvulling van het daglicht met een extra belichting kan men nu ook in de aan licht arme winter de plant doen groeien en zich ontwikkelen.

De koolzuurassimilatie is het sterkst in rood licht, dat door het bladgroen intensief wordt geabsorbeerd. Men moet dus in ieder geval voor de extra bestraling van de plant een lichtsoort gebruiken, die voldoende roode straling bevat. Reeds vroeg kwam men daarom op de gedachte voor de plantenbestraling het neonlicht toe te passen [1]). In *fig. 1* is het spectrum van een neonlichtbron weergegeven, naast het absorptiespectrum van het chlorophyl en de „assimilatiekromme", die aangeeft de hoeveelheid gevormd koolhydraat bij bestraling met eenzelfde lichtenergie van iedere golflengte. Het neon heeft zijn sterkste lijnen juist in dat gebied, waar ook de invloed van het licht met betrekking tot de koolzuurassimilatie het grootst is. In dezelfde figuur is tevens het spectrum van een gewone gloeilamp geteekend. De gloeilamp levert voor verreweg het grootste gedeelte infraroode (onzichtbare) straling; slechts 8% van haar straling ligt in het zichtbare spectraalgebied, terwijl bij de neonbuis ongeveer 20% van de totale uitgestraalde energie in dit gebied ligt. Aangezien echter het gloeilampenlicht gemakkelijker voort te brengen en te hanteeren is dan het neonlicht, heeft men ook proeven gedaan over de bestraling van planten met gloeilampenlicht. Immers, in de eerste plaats komt het er op aan, een voldoende intensiteit van het roode licht te ontwikkelen. Dit is met

[1]) G. Höstermann, Versuche mit Neonlicht. Bericht Königl. Gärtnerlehranstalt Dahlem, 1916/17, blz. 76.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

behulp van gloeilampen van groot vermogen zeer goed mogelijk, al wordt daarbij tevens een ontzag-

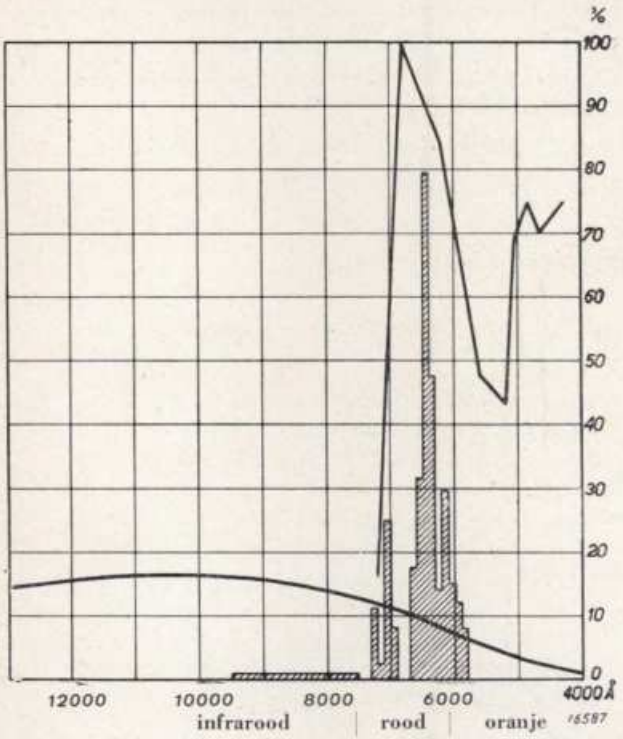


Fig. 1. Assimilatiekromme van de plant. Zij geeft voor iedere golflengte de relatieve hoeveelheid gevormde koolhydraat aan bij bestraling met een bepaalde lichtenergie van die golflengte. Verder is geteekend het spectrum van een neonlichtbron en van een gewone gloeilamp. De sterkste neonlijnen liggen juist in het voor de assimilatie belangrijkste spectraalgebied, terwijl het stralingsmaximum van de gloeilamp bij veel langere golflengten, in het infrarood, valt.

lijk veel grootere hoeveelheid straling van een ongewenscht spectraal gebied voortgebracht.

Onderzoekingen van Roodenburg[2]) leverden een nieuw inzicht, toen bleek, dat een overmaat van infraroode straling niet slechts overbodig doch zelfs schadelijk is voor de plant. Bijna alle proefnemers hadden bij gloeilampenlicht geconstateerd, dat weliswaar de bladontwikkeling van de bestraalde planten bevorderd werd, doch dat tevens de planten in kwaliteit achteruit gingen, doordat er een te groote rekking der stengeldeelen optrad. Deze rekking is toe te schrijven aan de enorme infraroode warmtestraling van de gloeilampen[3]).

Ook het neonlicht bevat, zooals wij gezien hebben, infraroode straling, echter is hier niet een dergelijke wanverhouding tusschen infraroode straling en roode straling als bij de gloeilamp. Bovendien is de verdeeling van de uitgestraalde energie over de verschillende gedeelten van het infraroode gebied hier geheel anders. *Fig. 2* demonstreert dit verschil. Het „infrarood" is hier in drie, overigens vrij willekeurige stukken, ingedeeld, nl. met een golflengte van 0,8 tot 1,3 μ, van 1,3 tot 3 μ, en grooter dan 3 μ. Het „zichtbare" gebied strekt zich

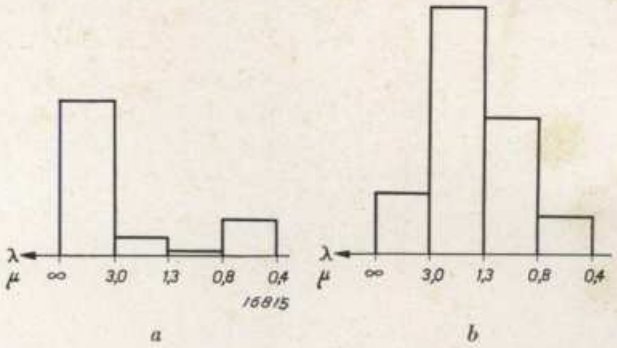


Fig. 2. De infraroode straling in het neonlicht (*a*) en in gloeilampenlicht (*b*). Het „infrarood" is in drie, overigens vrij willekeurige, stukken ingedeeld. De verhouding tusschen zichtbare en infraroode straling is bij de gloeilamp veel ongunstiger dan bij de neonbuis. Bovendien is de straling van 0,8 tot 3 μ, die waarschijnlijk het meest bijdraagt tot de ongewenschte rekking der planten, in het neonlicht vrijwel afwezig, terwijl zij in het gloeilampenlicht juist het hoofdbestanddeel van de geheele straling vormt.

uit van 0.4 tot 0,8 μ. De neonlamp levert in het rechtsche (zichtbare) vakje een behoorlijke lichtenergie, in het tweede en derde zoo goed als niets, en verder een groote bijdrage in het linksche vakje ($> 3\,\mu$). Een gloeilamp daarentegen, die in het zichtbare vakje dezelfde stralingsenergie levert als de neonbuis, heeft juist in de twee vakjes van 0,8 tot 1,3 en 1,3 tot 3 μ haar voornaamste stralingsgebied. Bovendien is het waarschijnlijk, al is dit nog niet proefondervindelijk aangetoond, dat de infraroode straling in het gebied van 0,8 tot 3 μ een sterker rekkende werking op de plant heeft dan de zeer langgolvige straling $> 3\,\mu$. Immers, deze laatste straling wordt ook reeds in belangrijke mate geëmitteerd door de verwarmingsbronnen, die in de kas of in de huiskamer staan.

De hier in het kort aangeduide overwegingen zijn door uitgebreide proeven aan een groote reeks van planten gestaafd, waarbij het neonlicht voor plantenbestraling buitengewoon geschikt leek. In de *fig. 3—6* zijn enkele hierbij verkregen resultaten weergegeven. In het algemeen constateert men behalve de snellere ontwikkeling ook, dat er grootere bladen gevormd worden, die door rijkere chlorophylvorming fraai donkergroen

---

[2]) J. W. M. Roodenburg, Kunstlichtcultuur I en II, Meded. Landbouwhoogeschool Wageningen **34**, verh. 8, 68 p., 1930, en **36**, verh. 2, 37 p., 1932.

[3]) In speciale gevallen kan het juist om de rekking te doen zijn, zooals bijv. voor het kiemen van zaden, voor het trekken van bloembollen, enz. Hier behoeven geen koolhydraten gevormd te worden, de koolhydraatverzorging geschiedt ten koste van reservestoffen, die bijv. in de bloembol opgeslagen zijn. In deze gevallen zal men echter de groei even goed door zuivere temperatuurverhooging kunnen bevorderen, het „licht" heeft hier geen specifiek nut.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

gekleurd zijn[4]); de stengels worden dikker, de wortels groeien krachtiger uit en zeer vaak wordt ook de bloem- en vruchtvorming bevorderd.

Doseering van de bestraling

Evenals bij een stralingsbehandeling voor medische doeleinden is ook bij de plantenbestraling de juiste d o s e e r i n g een essentieele factor voor het welslagen daarvan. Deze kan vooralsnog slechts proefondervindelijk vastgesteld worden. De doseering houdt twee factoren in: de te gebruiken stralingsintensiteit en de tijd, gedurende welke men de straling moet laten werken. Voor een en ander staat reeds een belangrijk experimenteel materiaal, vooral verzameld op de Landbouwhoogeschool te Wageningen (zie noot 2), ter beschikking. Het spreekt vanzelf, dat bij deze proeven, met het oog op de practische toepassing door den kweeker, ook rekening moest gehouden worden met het „nuttig effect" van de stralingsbehandeling: de kosten van de bestraling moeten in goede verhouding staan tot de meerdere opbrengst aan goed gekweekte planten.

Wat de noodige stralingsintensiteit betreft, is bij de proeven gebleken, dat men bij de meeste planten met een verlichtingssterkte van 500 tot 1000 lux zeer goede resultaten bereikt. Als vergelijking moge dienen, dat de gemiddelde verlichtingssterkte in een lichte huiskamer op een Decemberdag om 3 u. n.m. ongeveer 3000 lux bedraagt en 's avonds op een behoorlijk verlichte schrijftafel 200 lux.

Wat de stralingstijden betreft, kan men het „lichtdiëet", dat men de plant geeft, in velerlei opzicht variëeren: het is van belang, in welke ontwikkelingsperiode van de plant men haar gaat bestralen, verder, over hoeveel weken of maanden men de bestraling uitstrekt en hoeveel uren per nacht men bestraalt. In het algemeen wordt een bestralingstijd van 8 uur per nacht, bijv. van 22 tot 6 uur, voorgeschreven. Het is hier niet de plaats om volledige bestralingsvoorschriften aan te geven, zooals deze uit de reeds genoemde proeven te Wageningen vastgesteld zijn, temeer daar deze voorschriften voor elke soort plant anders zijn.

Als enkel voorbeeld moge dienen de S t e r v a n B e t h l e h e m (Campanula isophylla). Deze plant, die in het voorjaar gestekt en getopt, en in de zomer zooveel mogelijk zonder bloemen gehouden wordt, brengt men omstreeks 1 September in de kas. Half November begint men met de neonbestraling (bij een kastemperatuur ~ 15° C). In de eerste weken ziet men dan nog niet veel, behalve dat de bestraalde planten al spoedig een mooie donkergroene kleur krijgen. In de loop van December ontwikkelen de planten zich forsch met groot blad en krachtige stengels. Eind Januari, wanneer de planten overvol met bloemknoppen zitten, kan de bestraling beëindigd worden. Zij vindt dus alleen plaats tijdens de bloemaanleg. Reeds begin Februari kunnen de op deze wijze behandelde planten de eerste bloemen openen, zie de foto fig. 3.

Plantenbestralingsapparaten. De neonbuizen

Toen men begon met het gebruiken van neonlichtbronnen voor de plantenbestraling, had het neonlicht reeds lang technische toepassing gevonden voor lichtreclames. De daar gebruikte neonlichtbronnen bestonden uit een lange glazen buis met aan de uiteinden twee ingesmolten ijzeren electroden en een neonvulling van ongeveer 10 mm kwikdruk. Zij werken op hooge spanning (bijv. 3000 V), en leverden een betrekkelijk kleine lichtstroom per meter buislengte (160 lumen/m). Voor de toepassing voor plantenbestraling was het gebruik van hoogspanning in de vochtige broeikassen een groot bezwaar, evenals de geringe lichtsterkte van de hoogspanningsbuizen: voor de benoodigde verlichting van minstens 500 lux had men voor 1 m² bestralingsvlak reeds ca. 5 m buislengte noodig.

Een verhooging van de lichtsterkte was toen

[4]) Dit verschijnsel neemt men dikwijls reeds na enkele nachten bestraling waar.

Fig. 3. S t e r v a n B e t h l e h e m (Campanula isophylla). Foto van 5 Febr. 1934. Links: van 2 Nov. 1933 tot 25 Jan. 1934 bestraald met neonlicht, 600 lux, iedere nacht 22—6h. Rechts: niet bestraald.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

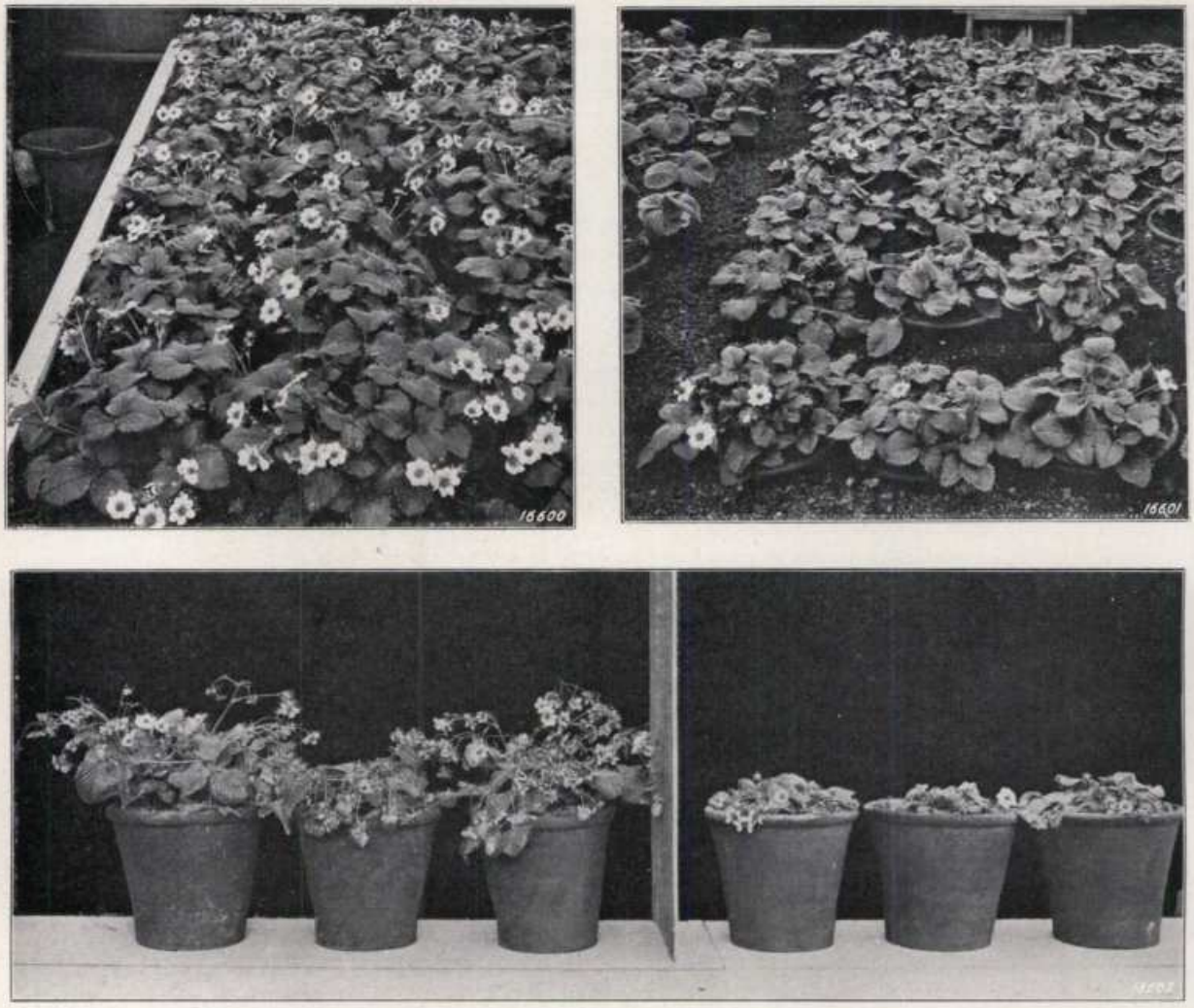


Fig. 4. Aardbei, var. „Deutsch Evern". Buiten opgepot 19 Juli 1935, in de kas gebracht 2 Oct.
Boven: Foto 7 Dec. 1935. Links: Vanaf 7 Oct. bestraald met neonlicht, ca. 450 lux, 22—6h. Rechts: Niet bestraald.
Beneden: Foto 28 Febr. 1936 (tegen het einde van de pluk). Links: Bestraald als boven. Rechts: Niet bestraald.

alleen te verwezenlijken door verhooging van de stroomsterkte. Dit was echter bij de gebruikelijke druk (10 mm) van de neonvulling zeer nadeelig voor het nuttig effect en voor de levensduur van de buizen. Een goed nuttig effect was alleen te bereiken bij lagere druk, van 1 mm en nog minder, ook bij verhooging van de stroomdichtheid in de buizen tot het tienvoudige. Deze lagere druk bracht een sterke verstuiving der ijzeren electroden mede, door het ionenbombardement tengevolge van de hooge kathodeval in dit gebied (ca. 300 V); de levensduur van een buis met lage druk van de neonvulling was hierdoor tot enkele uren beperkt.

Uitkomst brachten hier de gloeikathoden, die door hun electronenemissie de kathodeval tot enkele volts reduceeren, en het werken van de buis op laagspanning mogelijk maken.

Volgens dit principe zijn ook de moderne gasontladingslampen voor de wegverlichting geconstrueerd. Men verkrijgt compacte eenheden van groot vermogen (met stroomsterkten van eenige amperes, in plaats van bijv. 25 mA bij de hoogspanningsbuizen). In *fig. 7* zijn een aantal oude en nieuwe buizen samen afgebeeld. *Tabel I* geeft een

Tabel I. Afmetingen en gegevens van een hoogspanningsneonbuis (H) en drie laagspanningsneonbuizen (type Nr. 4307, 4309, 4311).

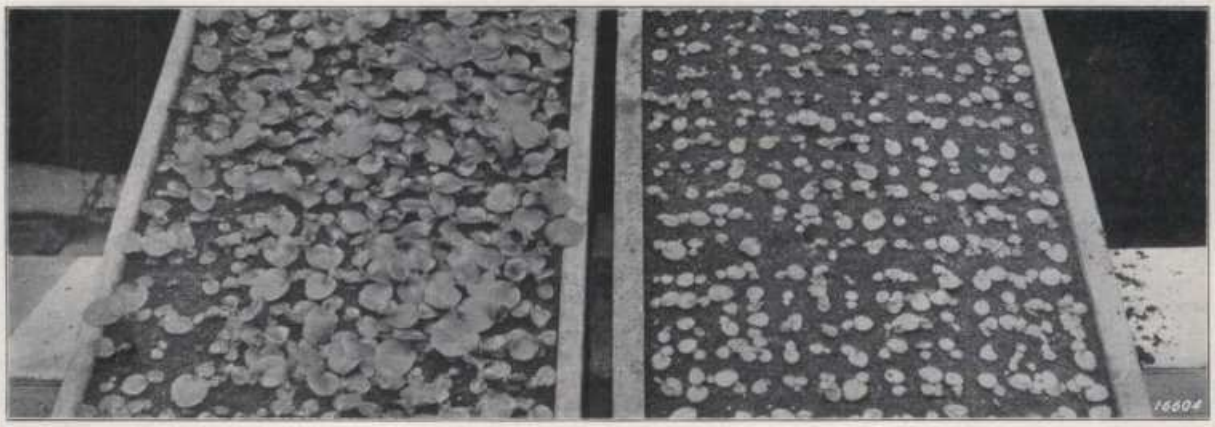
buis	brandspanning	uitwendige diameter in mm.	lengte van de zuil in m.	buisstroom in A	verbruik in W	lichtsterkte in lumen	bruto rendement in lumen/W
H		13—14	2	0,025	36	320	9
4307	380	40—43	1,5	3,0	500	8750	17,5*)
4309	220	45—48	1	4,5	450	6300	14
4311	220	16—18	0,35	0,95	90	1200	14

*) Het rendement van de neonzuil zelf na aftrek van de verliezen in het voorschakelapparaat en aan de electroden bedraagt in dit geval 26,5 lumen/W.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Fig. 5. Gloxinia, var. Kaiser Friedrich. Knollen uitgelegd 11 Nov. 1932. Foto van 3 April 1933, d.i. één maand na beëindiging van de bestraling. Links: Tot eind Febr. bestraald met neonlicht, ca. 800 lux, 8 uur per nacht. Rechts: Niet bestraald.



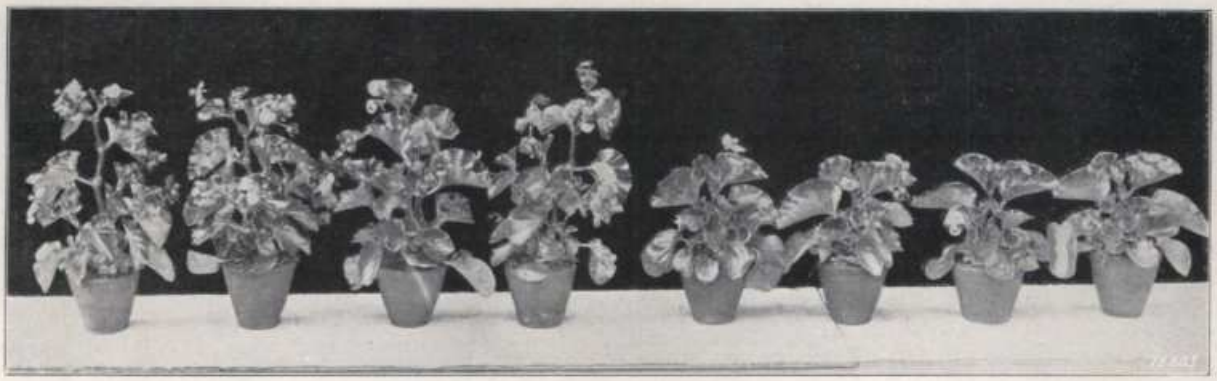


Fig. 6. Begonia gracilis luminosa. Gezaaid 3 Nov. 1934.

Boven: Foto 2 Jan. 1935. Links: Vanaf 21 Nov. bestraald met neonlicht, ca. 600 lux, 22—6^{h}. Rechts: Niet bestraald.

Beneden: Foto 6 April 1935, zelfde plant als boven. Links: Bestraald, tot 15 Febr. 1935. Rechts: Niet bestraald.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

overzicht van afmetingen, verbruik en lichtsterkte van deze buizen.

De gloeikathode is het element in de buis, dat uiteindelijk de levensduur bepaalt, doordat het emitteerende materiaal op de gloeispiraal (bariumstrontiumoxyde) verbruikt wordt. Gedurende de brandtijd verstuift de kathode practisch niet en blijft de lichtsterkte van de buis constant. Eerst na 2000 branduren begint het verbruik van het emitteerend materiaal merkbaar te worden, de kathodeval wordt hooger, er treedt verstuiving van de kathoden op, in hun nabijheid vormt zich een zwarte neerslag op de glazen wand [5]), die gas adsorbeert, waardoor de kathodeval in zeer korte tijd zoo sterk verhoogd wordt, dat werken van de buis op netspanning onmogelijk wordt en de buis vervangen moet worden. De hooge levensduur van 2000 uren is o.a. daardoor bereikt, dat voor elke kathode een plaat is aangebracht (zie fig. 7), die in de positieve phase van de wisselspanning als anode fungeert en zoodoende de gloeispiraal tegen overmatige verhitting in de anodephase beschermt.

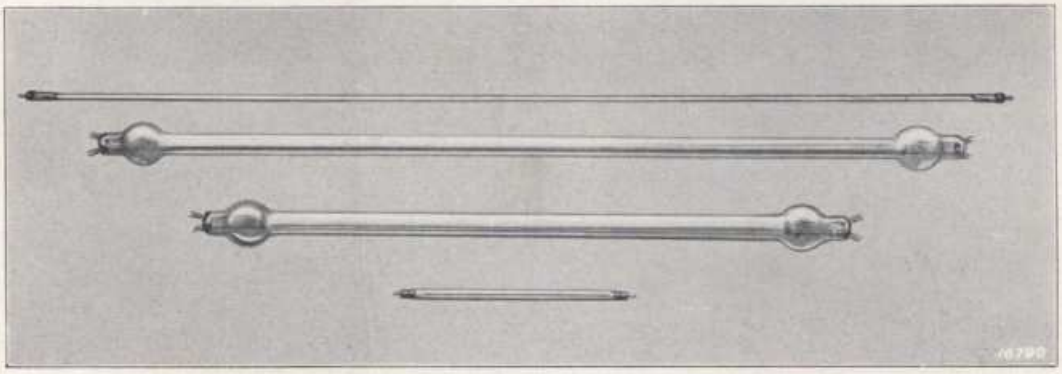


Fig. 7. Een oude hoogspanningsneonbuis *a*) en verschillende moderne laagspanningsneonbuizen *b*) tot *d*). De electrische en lichttechnische gegevens van de buizen zijn in tabel I samengesteld. De buis *b*) geeft bijna 30 maal zooveel licht als *a*), met een ongeveer tweemaal hooger rendement; de kleine buis *d*) levert bijna viermaal zooveel licht als *a*).

Schakeling en bouw van de plantenbestralers

De neonbuizen met gloeikathoden worden met een voorgeschakelde smoorspoel direct op het net van 220 resp. 380 V aangesloten. In tegenstelling met de hoogspanningsbuizen is hier echter een speciale maatregel voor het ontsteken noodig, aangezien de bedrijfspanning te klein is om de eerste electrische doorslag van het neongas onder lage druk te doen plaatsvinden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de extra spanningsstoot, die aan de uiteinden van de voorschakelsmoorspoel bij kortsluiting van de neonbuis kan worden verkregen. Na de eerste doorslag blijft er voldoende rest-ionisatie in de buis over, zoodat op 50 perioden wisselstroom een geregelde herontsteking bij wisseling van de polariteit ook reeds bij de, voor de eerste doorslag te lage, netspanning plaats heeft.

De schakeling van de grootere plantenbestralingsapparaten (types 4308, 4310, met buizen 4307, 4309), die voor kweekerijen bestemd zijn, is in *fig. 8* weergegeven. *T* is de gloeistroomtransformator voor de gloeispiralen *K*, die met 2 V en 18 A werken. *S* is de voorschakelsmoorspoel, *R* en *B* vormen een tijdrelais, dat de in het begin kortgesloten buis *L* eerst aansluit, nadat de spiralen *K* voldoende verwarmd zijn. De ontsteking der buizen geschiedt dus automatisch door het tijdrelais. Indien de ontsteking eens uitblijft, als op het moment van functionneeren van het relais de phase van het net toevallig ongunstig was, herhaalt zich dit ontsteken. De parallel aan de buis geschakelde condensator *C* bevordert het herontsteken, vermindert daardoor de noodige bedrijfspanning en dient tevens ter voorkoming van radio-storingen.

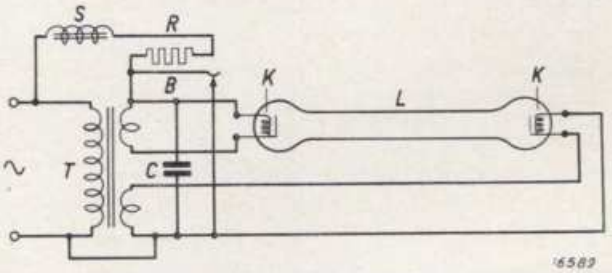


Fig. 8. Schakeling van de plantenbestralingsapparaten 4308 en 4310. De buis *L* is met een voorgeschakelde smoorspoel *S* op het wisselstroomnet aangesloten. Een tijdrelais met bimetaal *B* zorgt voor het ontsteken. De kathoden *K* worden door een eigen gloeistroomtransformator *T* verhit.

Voor toepassing op kleinere schaal en voor ge-

[5]) De zwarting blijft steeds tot de nabijheid van de kathoden beperkt, er treedt geen zwarting van de geheele buis op.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

bruik door liefhebbers in serre en huis is een apparaat van geringer vermogen (90 W) ontwikkeld, waarvan de schakeling in *fig. 9* is weergegeven. Door het achterwege laten van de automatische ontsteking is de schakeling sterk vereenvoudigd. Bovendien bleek het hier mogelijk, zonder gloeistroom voor de verhitting der kathoden uit te komen. Nadat de kathoden één keer bij het begin der ontlading op de benoodigde temperatuur zijn gebracht, worden zij door de ontlading zelf gloeiend gehouden. Voor het verhitten der kathoden aan het begin van de ontlading wordt door een speciale schakeling de voorschakel-smoorspoel als gloeistroomtransformator gebruikt: na het inschakelen van het apparaat op het net wordt de dubbelpolige schakelaar *S* ingedrukt, de smoorspoel werkt nu als autotransformator en de gloeikathoden worden heet. Na loslaten van de schakelaar ontsteekt de buis en de oorspronkelijke schakeling is hersteld.

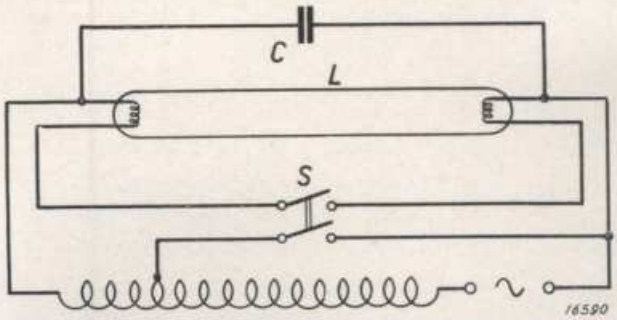


Fig. 9. Schakeling van het kleine plantenbestralingsapparaat 4312. Door het achterwege laten van de automatische ontsteking wordt de schakeling veel eenvoudiger, de smoorspoel dient tevens als gloeistroomtransformator.

Het rendement van deze kleine buis bedraagt 14 lumen/W (alle verliezen meegerekend), terwijl een levensduur van 1000 branduren verzekerd is.

Opstelling van de apparaten

De neonbuizen zijn in reflectoren ondergebracht, die het nuttig effect van de bestraling zeer aanzienlijk verhoogen. De reflectoren zijn vlak en betrekkelijk smal geconstrueerd, teneinde bij de meestal geringe hoogte der broeikassen niet hinderlijk te zijn voor het werken in de kas, en vooral om in het daglicht zoo gering mogelijke schaduw te veroorzaken. De spanningvoerende einden van de buis zijn in de reflector beschermd. De aansluiting van de groote toestellen 4308, 4310, *fig. 10*, geschiedt met kabels naar een gietijzeren waterdichte kast, waarin transformator, smoorspoel en relais zijn opgenomen. Bij het kleine bestralingstoestel 4312 is het vóórschakelapparaat (smoorspoel, condensator en schakelaar) bij de buis in de reflector aangebracht, zoodat een zeer eenvoudig geheel ontstaat, dat zonder meer op het stopcontact van een 220 V wisselstroomnet kan worden aangesloten *(fig. 11)*. Met dit apparaat kan op een afstand van 50 à 60 cm 1 m² beplant oppervlak voldoende worden bestraald, terwijl het grootere toestel 4308 voldoend is voor de bestraling van ongeveer 10 m². De groote apparaten worden op 1 tot 1½ m boven de planten opgehangen. Bij ophanging in de kas van een rij bestralers wordt een tusschenruimte van ongeveer de lengte van één toestel vrijgelaten. Men krijgt zoodoende een doelmatige, betrekkelijk gelijkmatige verlichting.

Fig. 10. De groote plantenbestraler 4310 in bedrijf. Het vóórschakelapparaat (*T*, *R*, *B*, *C* en *S* van fig 8) is in een gietijzeren waterdichte kast (rechts) ingebouwd, waarop de in de reflector bevestigde buis met kabels is aangesloten.

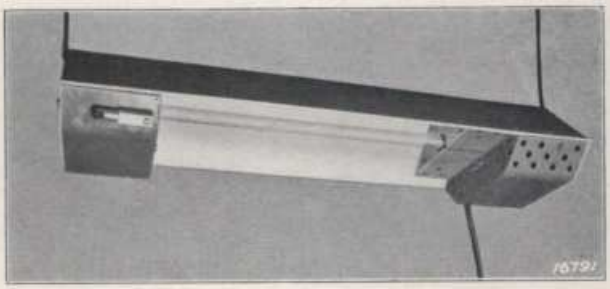


Fig. 11. De kleine plantenbestraler 4312. Het vóórschakelapparaat is hier bij de buis in de reflector aangebracht, zoodat een zeer eenvoudig geheel ontstaat.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

DE SCHIJFPROEF ALS VERKORTE BEWERKBAARHEIDSPROEF BIJ DE BEOORDEELING VAN STAALSOORTEN

(vervolg van pag. 183)

In het eerste deel van dit artikel bespraken wij zoowel de methodiek der standtijdproeven als die der schijfproeven en wij gaven het verband aan, dat er tusschen beide soorten van beproeving bestaat. In dit deel zullen wij een overzicht geven van de hier genomen proeven en hun resultaten.

Algemeene, experimenteele bijzonderheden

Gebruikte materialen. Gemakshalve laten wij in *tabel I* een volledig overzicht van alle bij het onderzoek gebruikte staalsoorten voorafgaan.

Koelmiddel. Een koel- en smeermiddel is niet toegepast. Dit is in overeenstemming met wat vele andere onderzoekers hebben verricht. Het weglaten van een koelmiddel verkleint wel aanzienlijk de snijprestaties der beitels, maar komt aan de reproduceerbaarheid der proeven ten goede.

Gebruikte beitelvormen. De proeven van Brandsma zijn met puntbeitels uitgevoerd; de latere proeven met mesbeitels van het type, dat reeds in de figuren 1 en 3 werd aangeduid. Een nog duidelijker beeld van deze beitelvorm geven de figuren 6 en 7. In *fig. 6* is de grootte van alle hoeken opgegeven. Uit de op één na laatste kolom van tabel I, blijkt, dat de spaanhoek niet voor alle staalsoorten dezelfde is geweest. Deze hoek is nl. voor iedere staalsoort zoo gunstig mogelijk gekozen. De mesbeitels voor de schijfproeven (zie de figuren 3 en 7) onderscheiden zich van de mesbeitels voor de standtijdproeven (zie fig. 1) alleen hierin, dat bij de eerstgenoemden een hoek aan de onderkant is weggeslepen om te zorgen, dat alleen de snijkant de schijf raakt. Van invloed op de snij-eigenschappen der beitels kan dit practisch niet zijn.

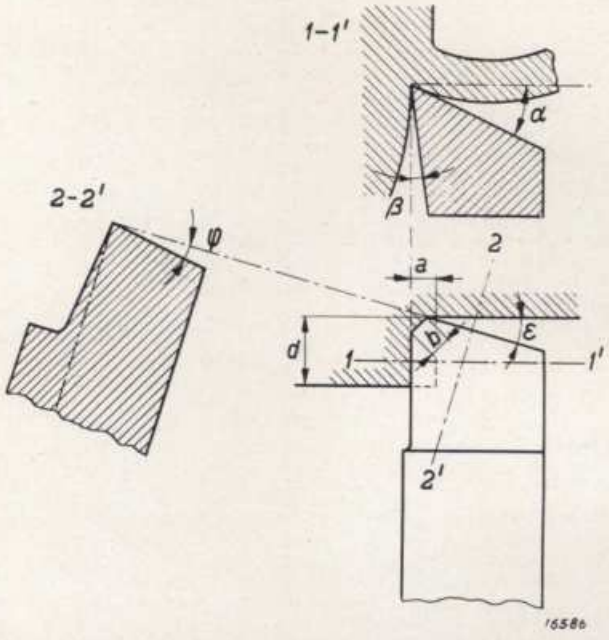


Fig. 6. Mesbeitel (snijkanthoek 90°) met horizontale snijkant. α = spaanhoek; β = (hoofd-) vrijloophoek; ε = hulpsnijkantshoek); φ = hulp-vrijloophoek; b = breedte van de afplatting; d = snedediepte; a = aanzet. De voor de verschillende staalsoorten gebruikte spaanhoeken α zijn in tabel 1 opgegeven. Verder was bij alle staalsoorten $\beta = \varepsilon = \varphi = 3°$ en $b = 0{,}5$ mm.

Tabel I. Overzicht van alle gebruikte staalsoorten.

Benaming	Benaderde gehalten in % van de naast het ijzer aanwezige bestanddeelen.											Gebruikstoestand	Gebruikte spaanhoek α	Hardheid volgens Brinell (10/3000/30)
	koolstof	silicium	fosfor	zwavel	vanadium	chroom	mangaan	cobalt	nikkel	molybdeen	wolfraam			
koolstofstaal I	0,08	<0,5	0,08	0,15	—	—	<0,8	—	—	—	—	gesmeed	25°	116
koolstofstaal II	0,15	<0,35	<0,04	<0,04	—	—	<0,4	—	—	—	—	gegloeid („normalisiert")	25°	121
koolstofstaal III	0,45	<0,35	<0,03	<0,03	—	—	<0,8	—	—	—	—	gegloeid („normalisiert")	20°	174
chroomstaal	0,12	<0,35	<0,03	<0,03	—	0,4	<0,4	—	—	—	—	zacht gegloeid	25°	107
chroomnikkelstaal I	0,14	<0,35	<0,03	<0,03	—	0,75	<0,5	—	3,5	—	—	zacht gegloeid	20°	175
chroomnikkelstaal II	0,30	<0,35	<0,03	<0,03	—	1,0	0,6	—	3,5	0,4	—	veredeld	15°	311
chroomnikkelstaal III	0,35	<0,35	<0,03	<0,03	—	1,2	0,6	—	4,5	—	—	zacht gegloeid	15°	263
gereedschapstaal I	1,1	0,3	<0,03	<0,03	—	1,0	1,0	—	—	—	1,0	zacht gegloeid	15°	216
gereedschapstaal II	2,2	0,6	<0,03	<0,03	—	1,2	0,25	—	—	—	—	zacht gegloeid	15°	241
cobaltsnelstaal	0,7	<0,35			1,5	5	<0,25	16	—	—	20	gehard en 2 × ontlaten		
vanadiumsnelstaal	1,2				3,5	5		—	—	0,7	15	geharde leveringstoestand		

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Gebruikte draaibanken. De eerste schijfproeven werden uitgevoerd op een bank met een

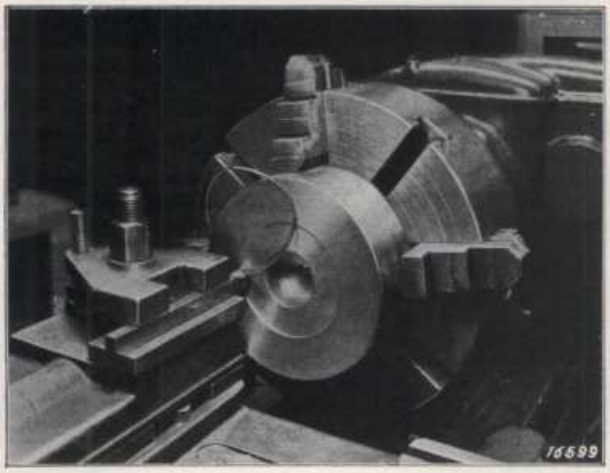


Fig. 7. Aanzicht van de draaibank bij het nemen van een schijfproef.

maximaal toerental van 600 per minuut en een vermogen van vier paardekrachten. Later zijn de schijfproeven verricht op dezelfde bank, waarop de standtijdproeven zijn genomen. Deze bank is in *fig.* 7 weergegeven en heeft een maximaal toerental van 1500 per minuut en werd door een regelbare gelijkstroommotor van 7,5 paardekrachten aangedreven. Met behulp van een toerenteller werd de snijsnelheid gedurende de proeven zoo goed mogelijk constant gehouden.

De schijfproef ter beoordeeling van de warmtebehandeling van snelstaal [8])

Onderzocht is het hooggelegeerde cobalt-snelstaal volgens tabel I. Uit staven van 12 mm vierkant werden beitels geslepen. Na het harden werden de beitels een of meerdere malen ontlaten. De belangrijkste factoren van de geheele warmtebehandeling zijn de hardingstemperatuur, het aantal malen ontlaten en de snelheid van afkoelen bij het harden.

Bij het onderzoek naar de invloed dezer factoren werden alle beitels onderzocht op schijven van een zeer gelijkmatig en zuiver ongelegeerd koolstofstaal, dat, afgezien van een iets hooger mangaangehalte, overeenstemt met het koolstofstaal II uit tabel I. De radiale aanzet bedroeg steeds 0,125 mm en de snedediepte 1,0 mm.

Invloed van de hardingstemperatuur. Bij de proeven voor het nagaan van de invloed van de hardingstemperatuur werden alle beitels steeds tweemaal ontlaten. Dit eigenaardige dubbele ontlaten met tusschentijdsch afkoelen wordt voor het hooggelegeerde cobaltsnelstaal speciaal aanbevolen om een grootere hardheid te krijgen (vergelijk *tabel III*).

[8]) W. F. Brandsma, Metaalbewerking **2**, 541, 1936.

Tabel II. Maximale snijsnelheid bij de schijfproef (v_m in m/min) in afhankelijkheid van de hardingstemperatuur (in °C) van de beitel.

Hardings-temperatuur	v_m	v_m na overslijpen	Gemiddelde v_m
1280	220 211	217 221	217
1300	224 227	223 223	224
1320	225 225	243 234	232
1340	244 241	258 246	247

De resultaten van de schijfproeven, die voor iedere hardingstemperatuur met twee beitels zijn genomen, zijn in *tabel II* vereenigd. Uit deze tabel blijkt in de eerste plaats, dat de proeven goed reproduceerbaar zijn, en verder, dat de maximale snijsnelheid v_m des te grooter is, naarmate de hardingstemperatuur hooger is gekozen.

Invloed van het aantal keeren ontlaten. De resultaten van de desbetreffende proeven zijn in tabel III weergegeven. Tevens zijn hierin de correspondeerende „Rockwell-hardheden volgens de C-schaal" onder de hoofden *H* vermeld. Opmerkelijk is, dat het tweemaal ontlaten alleen een verbetering voor de hoogere hardingstemperaturen beteekent, een derde maal ontlaten daarentegen de beitels weer aanzienlijk slechter maakt.

Uit de tabel blijkt wel duidelijk, dat enkel de hardheid in vele gevallen een verkeerde maatstaf voor de snijprestatie van de beitel zou zijn. Bij de tweemaal ontlaten beitels gaat weliswaar in grove trekken een betere uitkomst van de schijfproef (grootere v_m) met een grootere hardheid hand in hand, bij een vergelijking van de éénmaal en driemaal ontlaten beitels zou men echter volgens de hardheid oordeelende tot de conclusie komen, dat driemaal ontlaten beter is, terwijl de schijfproeven toonen, dat de beitels dan slechter zijn dan na éénmaal ontlaten.

Tabel III. Hardheid volgens de C-schaal van Rockwell (*H*) en maximale snijsnelheid bij de schijfproef (v_m in m/min.) in afhankelijkheid van de hardingstemperatuur in °C en het aantal malen ontlaten van de beitel.

Hardings-temperatuur	na 0 × ontlaten	na 1 × ontlaten		na 2 × ontlaten		na 3 × ontlaten	
	H	*H*	v_m	*H*	v_m	*H*	v_m
1280	60	63,5	211	62,5	209	62,5	182
1300	55,5	61	221	64	217	63	185
1320	52,5	60,5	214	65	220	63,5	190
1340	51	59,5	218	66	241	65,5	230

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Invloed van de snelheid van afkoelen bij het harden. Een zeer snel afkoelen is voor beitels van het onderhavige hooggelegeerde cobaltsnelstaal niet wenschelijk wegens kans op hardingsscheuren en het ontijdig afbrokkelen van de beitelsnede bij het snijden. Onderscheidenlijk werd in perslucht, (langzamer) in de vrije rustige warme lucht boven een oven en (nog langzamer) in de zeer goed thermisch isoleerende infusoriënaarde afgekoeld. Aangezien gehoopt werd vooral ook een mogelijke brosheid tot uiting te laten komen, werd radiaal een 13 mm breede gleuf in de schijf geschaafd, zoodat het snijden bij iedere omwenteling éénmaal onderbroken werd. De resultaten van deze proeven zijn in *tabel IV* weergegeven. Het blijkt, dat de beitelprestatie met de afkoelsnelheid toeneemt en dat de prestatie weinig gevoelig is voor de periodieke onderbrekingen. Of men dan ook langs deze weg de brosheid zal kunnen beoordeelen, lijkt zeer twijfelachtig. Hierover werden echter door eenige bedrijfsproeven en een metallografisch structuur-onderzoek de noodige gegevens verschaft. Aan de hand hiervan en van de boven beschreven uitkomsten der schijfproeven kon zoo de gunstigste warmtebehandeling der beitels vastgelegd worden.

Tabel IV. Hardheid volgens de C-schaal van Rockwell (H) en maximale snijsnelheid bij de schijfproef (v_m in m/min) in afhankelijkheid van de hardingstemperatuur in °C en de snelheid van het afkoelen bij het harden.

Hardingstemperatuur	Afkoeling	Afkoelsnelheid	H	v_m	v_m na overslijpen	Gemiddelde v_m
1300	in perslucht	vrij klein	63,5	*)	214	214
	op oven	klein	64	199	200	200
	in kiezelgoer	zeer klein	60,5	185	185	185
1320	in perslucht	vrij klein	64,5	223	237	230
	op oven	klein	63,5	220	207	213
	in kiezelgoer	zeer klein	62	196	199	197
1340	op oven	klein	64	226	220	223
	in kiezelgoer	zeer klein	63,5	217	157	187

*) geleidelijk bezweken.

De schijfproef bij de classificatie en keuring van staalsoorten naar de bewerkbaarheid [9])

Om na te gaan of de resultaten van de schijfproef overeenstemmen met die van de standtijdproeven, is een groot aantal proeven genomen met de eerste negen staalsoorten uit tabel I. De proeven werden genomen met de beschreven mesbeitels, die zoowel voor de standtijdproeven als voor de schijfproeven zeer geschikt bleken, en waarbij het bezwijken steeds op een gemakkelijk waarneembaar oogenblik plaats vond, hetgeen bij andere beitelvormen niet altijd het geval is. Alle bij het in het volgende beschreven onderzoek gebruikte beitels waren van (gehard geleverd) vanadiumstaal volgens tabel I. Zoowel bij de standtijd- als bij de schijfproeven bedroegen de snedediepte d en de aanzet a resp. 1,00 en 0,26 mm. Bij iedere onderzochte staalsoort werd steeds het voor de schijf- en voor de standtijdproef bestemde materiaal aan dezelfde staaf ontnomen; alleen bij stempelstaal was dit niet mogelijk, omdat de beschikbare staafdiameter te klein was voor het uitvoeren van de schijfproeven, terwijl wel schijven van voldoende groote diameter te verkrijgen waren. De diameter D_0 van het gat in de schijf was weer bij alle proeven 50 mm.

Bij alle standtijdproeven werd met drie steeds dezelfde beitels gedraaid, met dien verstande, dat ieder van deze drie beitels gebruikt werd om het geheele v-T-verloop van alle staalsoorten te bepalen [10]), zoodat de verderop meegedeelde eind-

[9]) J. R. J. van Dongen en J. G. C. Stegwee, Metaalbewerking **3**, 1 en 49, 1936. Naar het tweede deel van deze publicatie zij speciaal verwezen voor de volledige opgave van alle numerieke meetresultaten.

[10]) D.w.z. na opnemen van een punt van de v-T-kromme werd de bezweken beitel weer bijgeslepen voor opname van het volgende punt, en dit geheele procédé werd met drie beitels uitgevoerd.

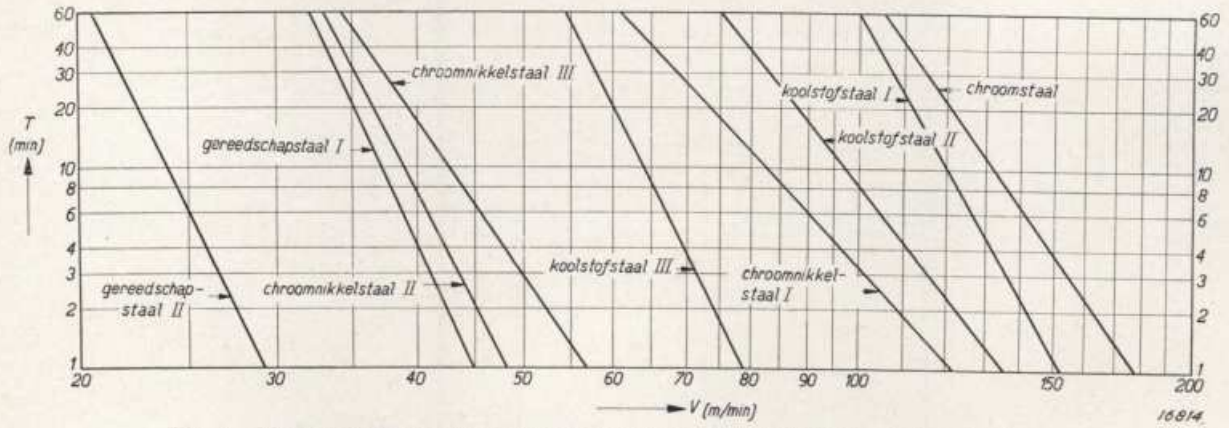


Fig. 8. Meetresultaten van de standtijdproeven met de verschillende staalsoorten. Voor iedere staalsoort zijn de standtijden T bij eenige uiteenloopende snijsnelheden v bepaald, en in een dubbellogarithmisch diagram uitgezet.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

resultaten opgevat kunnen worden als het gemiddelde van drie volledige series proeven. Analoog werden drie beitels gebruikt voor de schijfproeven: met iedere beitel werd het N-v_m-verloop van alle staalsoorten bepaald. Ook hier is dus het eindresultaat op te vatten als een gemiddelde over drie volledige series proeven.

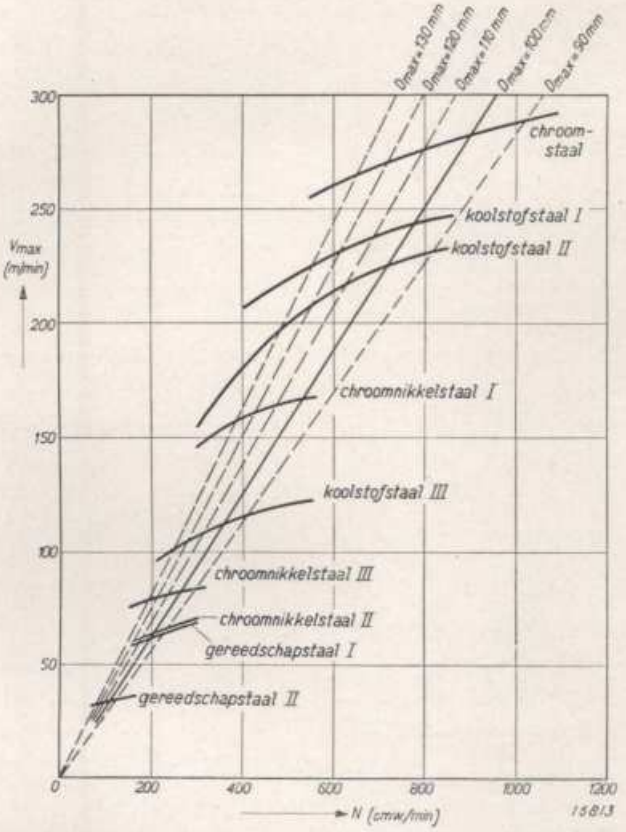


Fig. 9. Meetresultaten van de schijfproeven met de verschillende staalsoorten. Voor iedere staalsoort is de snijsnelheid v_m op het oogenblik van het bezwijken van de beitel bij eenige uiteenloopende toerentallen van de bank bepaald.

De resultaten van de standtijdproeven zijn in *fig. 8*, die van de schijfproeven in *fig. 9* weergegeven. De voor een onderlinge vergelijking belangrijkste waarden, die men uit deze beide figuren kan aflezen, zijn in *tabel V* samengebracht.

Verder werd met behulp van formule (5) de v_{30} uit de gegevens der schijfproeven berekend. Hierbij werd de n rechtstreeks ontleend aan de resultaten der standtijdproeven, omdat het toerental N bij de schijfproeven voor iedere staalsoort afzonderlijk te weinig gevariëerd werd om hieruit de n voldoende nauwkeurig te berekenen. De met (5) berekende waarden van v_{30} zijn met de uit fig. 8 afgelezen waarden van v_{30} (zie ook tabel V) in *tabel VI* en fig. 5 samengebracht. Het blijkt, dat de overeenstemming van de berekende met de gemeten waarde zeer behoorlijk is; de maximum afwijking bedraagt 13 %, de gemiddelde afwijking slechts 7 %, hetgeen niet veel is, indien men bedenkt, dat men uit stand-

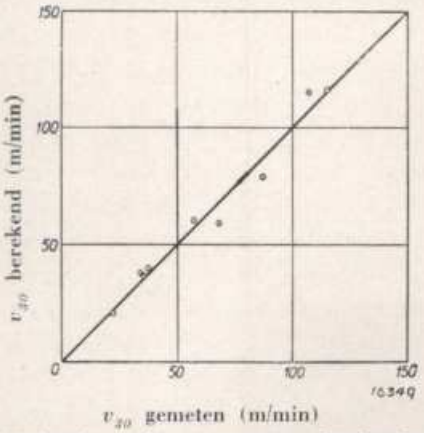


Fig. 5. Verband tusschen gemeten en berekende v_{30}. Ieder aangegeven punt stelt een staalsoort voor. De gemeten v_{30} is uit een v-T-diagram als fig. 2 afgeleid, is dus het resultaat van een reeks standtijdproeven; de berekende v_{30} is met behulp van formule (5) uit de uitkomst v_m en D_m van een schijfproef afgeleid. De figuur toont, dat de overeenstemming zeer bevredigend is.

tijdproeven de v_{30} ook niet nauwkeuriger dan tot op ca. 5% kan bepalen.

Dat de schijfproef, hetzij beoordeeld naar de max. snijsnelheid v_m (eventueel de $v_m^{(100)}$), hetzij beoordeeld naar de uit de schijfproef berekende bij 30 min. standtijd behoorende snijsnelheid v_{30}, een veel betere overeenstemming met de standtijd-

Tabel V. Uitkomsten van standtijd- en schijfproeven (in m/min voor zoover het de snijsnelheden betreft).

Bewerkt materiaal	Standtijdproeven					Schijfproeven
	N	C *)	v_1 *)	v_{30}	v_{60}	$v_m^{(100)}$
chroomstaal	8	178	178	115	105	282
koolstofstaal I	10	152	152	107	100	243
koolstofstaal II	7	135	135	87	75	225
chroomnikkelstaal I	6	122	122	68	61	167
koolstofstaal III	11	79	79	57	54	112
chroomnikkelstaal III	8	57	57	37	34	83
chroomnikkelstaal II	11	48	48	35	33	64
gereedschapstaal I	12	45	45	34	32	62
gereedschapstaal II	11,5	29	29	22	20,5	33,5

*) De numerieke waarden van C en v_1 stemmen overeen; de dimensies der beide grootheden zijn echter verschillend.

Tabel VI. Overzicht van de uit standtijdproeven bepaalde waarden van v_{30} en de uit schijfproeven berekende waarden van v_{30} (telkens in m/min).

Bewerkt materiaal	v_{30} uit standtijdproeven	v_{30} uit schijfproeven
chroomstaal	115	116
koolstofstaal I	107	115
koolstofstaal II	87	79
chroomnikkelstaal I	68	59
koolstofstaal III	57	60,5
chroomnikkelstaal III	37	40
chroomnikkelstaal II	35	37
gereedschapstaal I	34	38
gereedschapstaal II	22	21

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

proef geeft dan hardheidsbepalingen moge blijken uit *fig. 10* waarin de Brinell-hardheid (10/3000/30) [11]), de $v_m^{(100)}$, de gemeten en de berekende waarden van v_{30} voor de verschillende staalsoorten in beeld zijn gebracht. Van een samenhang tusschen hardheid en standtijdproef is geen sprake.

Bezien wij tenslotte de mogelijkheid, constructie- en gereedschapstalen in de toekomst op het punt van mechanische bewerkbaarheid te keuren, dan mogen wij niet vergeten, dat in dit artikel slechts het draaien met kleine spaandoorsnede aan de orde is geweest en dat van grof draaien en van boren, schaven, freezen, slijpen, enz. nog geen sprake was. In de praktijk zal men met deze soorten van bewerking wel degelijk rekening moeten houden. Toch kan men zeggen, dat voor rond staafmateriaal het draaien in het algemeen de belangrijkste bewerking zal beteekenen. Het zal dan ook mogelijk zijn met behulp van schijfproeven bij een paar flink uiteenloopende spaandoorsneden voor dergelijk materiaal een goed beeld van de bewerkbaarheid te krijgen.

Alvorens deze schijfproeven echter een grondslag voor de keuring kunnen vormen zal nog veel onderzoek verricht moeten worden en zal in de eerste plaats het verband tusschen schijf- en standtijdproeven experimenteel nog nauwkeuriger en veelzijdiger bekeken moeten zijn. Dat een dergelijk onderzoek de moeite loont, is duidelijk, indien men op de voordeelen let, die de schijfproef ten opzichte van de standtijdproef biedt. Wij volstaan hier met te wijzen op de directe geschiktheid van practisch iedere draaibank voor schijfproeven, de bij een schijfproef veel geringere kans door slakinsluitsels de beitel uit te brokkelen, de korte beproevingstijd en de materiaalbesparing om aan te toonen, hoe voor dagelijks terugkeerende keuringen de beteekenis der schijfproeven zeer groot kan worden.

Bewerkt door P. CLAUSING.

[11]) De drie getallen geven resp. aan: de diameter van de kogel in mm, de belasting van de kogel in kg en de belastingstijd in sec, als de drie karakteriseerende grootheden bij de hardheidsmeting volgens Brinell.

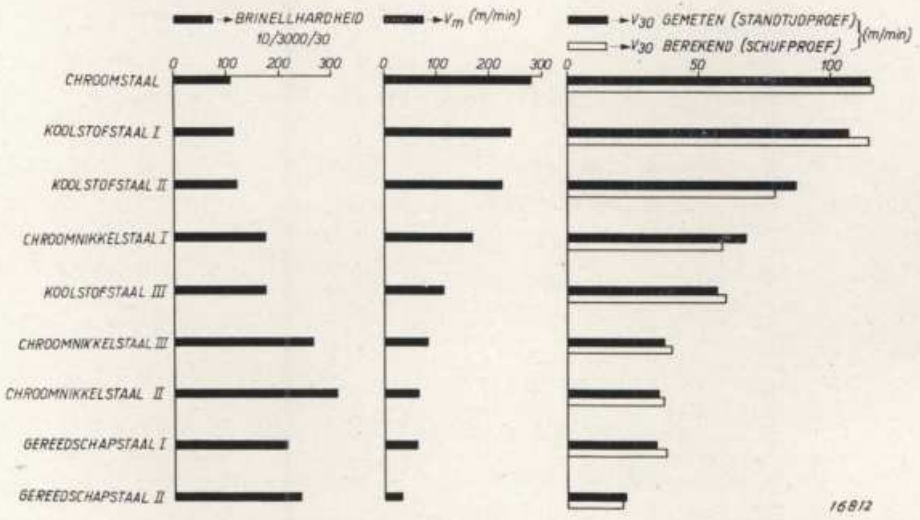


Fig. 10. Verschillende bewerkbaarheids-criteria, samengebracht voor een aantal staalsoorten. De Brinell-hardheid (10/3000/30), de v_m bij de schijfproef gemeten, de v_{30} uit de schijfproef berekend, de v_{30} bij de standtijdproef gemeten. Men ziet dat de twee laatste onderling zeer goed overeenstemmen. De standtijdproef is op zich zelf de meest directe maatstaf voor de bewerkbaarheid. De uitkomst van de schijfproef zal, al of niet omgerekend, dus als v_{30} (ber.) of v_m, eenzelfde beoordeeling leveren. De Brinell-hardheid daarentegen zou hier een geheel verkeerd beeld van de bewerkbaarheid geven.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

AUTOMATISCH WERKENDE AANLOOPWEERSTANDEN
(„STARTO" BUIZEN)

door P. C. VAN DER WILLIGEN.

Samenvatting. De inschakelstroomstoot, die bij tal van electrotechnische apparaten optreedt, kan verminderd of onderdrukt worden door een weerstand met een negatieve temperatuurcoëfficiënt vóór te schakelen (in koude toestand is de weerstand hoog, in warme toestand laag). Dit principe is in de „Starto"-aanloopbuizen verwezenlijkt. Constructie en eigenschappen van deze buizen worden in dit artikel beschreven, en hun toepassingen op verschillende gebieden, zooals voor het aanloopen van motoren, voor het langzaam aan laten gaan van lampen, voor het vertraagd inschakelen, enz., besproken en aan de hand van voorbeelden toegelicht.

Inleiding

Bij het inschakelen van electrische machines treden vaak sterke stroomstooten op. Dat ligt aan het feit, dat de in het bedrijf opgenomen stroom van een motor niet door de weerstand van de ankerwikkelingen maar door de in het roteerende anker geïnduceerde tegenspanning wordt begrensd. Op het oogenblik van inschakelen, als het anker nog niet roteert, wordt geen tegenspanning opgewekt en de stroomsterkte kan vele malen grooter worden dan haar bedrijfswaarde, zoodat het in de meeste gevallen noodzakelijk is, om de ankerwikkelingen tegen overmatige verwarming bij het aanloopen te beschermen.

Hiertoe wordt in het algemeen een aanloopweerstand vóórgeschakeld, die òf automatisch òf met de hand stapsgewijze verkleind wordt tijdens het aanloopen van de motor tot zijn normale toerental. De weerstand moet dus in het begin groot zijn en na verloop van tijd tot een kleine eindwaarde dalen. Dit gedrag vindt men nu inderdaad bij halfgeleiders (metalloïden, metaalverbindingen, enz.). Deze hebben een negatieve temperatuurcoëfficiënt van de electrische weerstand, d.w.z. hun electrische weerstand daalt bij toenemende temperatuur. De inschakelstroom wordt bij vóórschakeling van een dergelijke halfgeleider door de weerstand in koude toestand begrensd. Tijdens het aanloopen wordt de geleider door de stroom verwarmd en neemt de weerstand af tot een zeer veel kleinere eindwaarde.

De „aanloopbuizen", die door Philips onder de naam „Starto" in de handel gebracht worden, zijn het resultaat van de uitwerking van deze gedachte. Zij kunnen overal worden toegepast, waar men een stroom geleidelijk wil laten „aanloopen".

Alvorens op de constructie en de eigenschappen van de aanloopbuizen in te gaan, is het misschien interessant er op te wijzen, dat de aanloopbuizen precies het tegendeel voorstellen van de als regulatoren gebruikte ijzerdraadlampen met waterstofatmosfeer. Bij deze laatste vindt de eigenschap van een sterke positieve temperatuurcoëfficiënt van de weerstand (van het ijzer) technische toepassing: Bij een variatie van de spanning op de lamp blijft de doorgelaten stroom onder bepaalde omstandigheden constant [1]), zie *fig. 1*, kromme *A*.

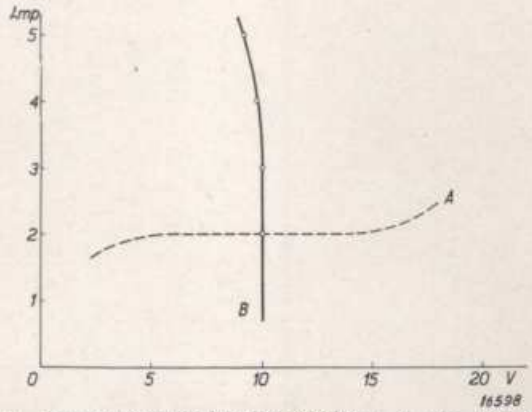


Fig. 1. Stroomspanningskarakteristieken: *A* van een ijzerdraadlamp (Philips type 1913), *B* van een aanloopbuis („Starto", type 2 A). De eerste heeft een positieve, de tweede een negatieve temperatuurcoëfficiënt van de weerstand. Ieder punt van de krommen beantwoordt aan een evenwichtstoestand.

In de aanloopweerstanden is juist de eigenschap van een sterke negatieve temperatuurcoëfficiënt van de weerstand (van een bepaalde halfgeleider) toegepast. De stroomspanningskarakteristiek omvat hier een gebied, waar bij variatie van de stroom het spanningsverval tusschen de klemmen van de buis vrijwel constant blijft [2]), zie kromme *B* in fig. 1. De twee karakteristieken *A* en *B* staan loodrecht op elkaar. Zooals we nog zullen zien, wordt echter in de toepassing van de

[1]) Immers, als de stroom E/R door een grootere spanning E iets zou gaan toenemen, stijgt door de daarmee gepaard gaande temperatuurverhooging de weerstand R, zoodat E/R, tenminste in een bepaald gedeelte van de karakteristiek, vrijwel onveranderd blijft.

[2]) Want als het spanningsverval IR door een grootere stroom I iets zou gaan toenemen, zinkt door de hiermee gepaard gaande temperatuurverhooging de weerstand R, zoodat IR vrijwel onveranderd blijft.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

aanloopbuis voor het doen aanloopen niet gebruik gemaakt van deze eigenschap, doch van de traagheid der buis tengevolge van haar groote warmtecapaciteit.

Constructie en eigenschappen

Als halfgeleider dient in de „Starto"-buizen een mengsel van silicium met een keramisch bindmiddel. Het element silicium op zichzelf heeft geen bijzonder hooge negatieve temperatuurcoëfficiënt van de weerstand; bij „verdunning" met keramische bindmiddelen neemt echter deze coëfficiënt zeer hooge waarden aan, zoodat zeer groote verschillen tusschen de weerstand in koude en in warme toestand worden bereikt.

Het weerstandsmateriaal is in de vorm van een staaf gebracht in een glazen buis gevuld met argon. Dit laatste is noodig, omdat het silicium (in de staaf) met zuurstof en stikstof reageert.

Om te waarborgen, dat de eigenschappen van de aanloopweerstand gedurende het gebruik niet veranderen, mag het weerstandsmateriaal niet te heet worden, d.w.z. in de na het aanloopen te bereiken eindtoestand mag de stroom een bepaalde maximale waarde niet overschrijden. *Fig. 2* en *3* toonen „Starto"-buizen, die voor verschillende maximale stroomsterkten van 1 tot 100 A gemaakt worden. Bij volle belasting wordt de staaf roodgloeiend, haar temperatuur bedraagt dan ongeveer 800° C. Bij overbelasting bestaat gevaar voor verandering der eigenschappen en voor doorsmelten.

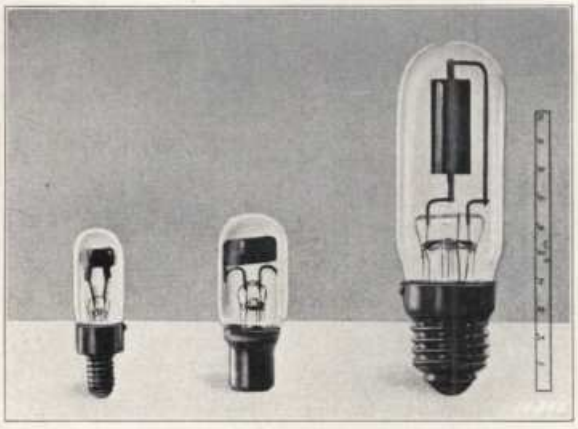


Fig. 2. „Starto"-aanloopbuizen voor kleine stroomen: 1 A, 3 A en 6 A-type (de hier weergegeven buizen zijn alle voor 220 V, doch worden ook voor 125 en 380 V gemaakt).

Karakteristieken

Fig. 4 stelt de weerstand-stroomkarakteristieken voor van aanloopbuizen met bedrijfsstroomsterkten van 1 tot 100 A. Wegens de groote verschillen der weerstanden in warme en koude toestand is de schaal van de ordinaat logarithmisch gekozen. De

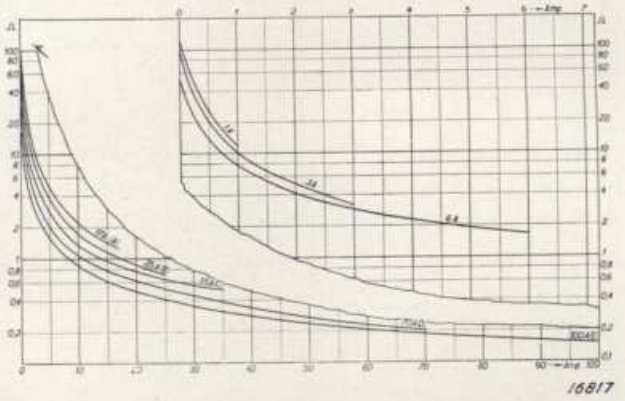
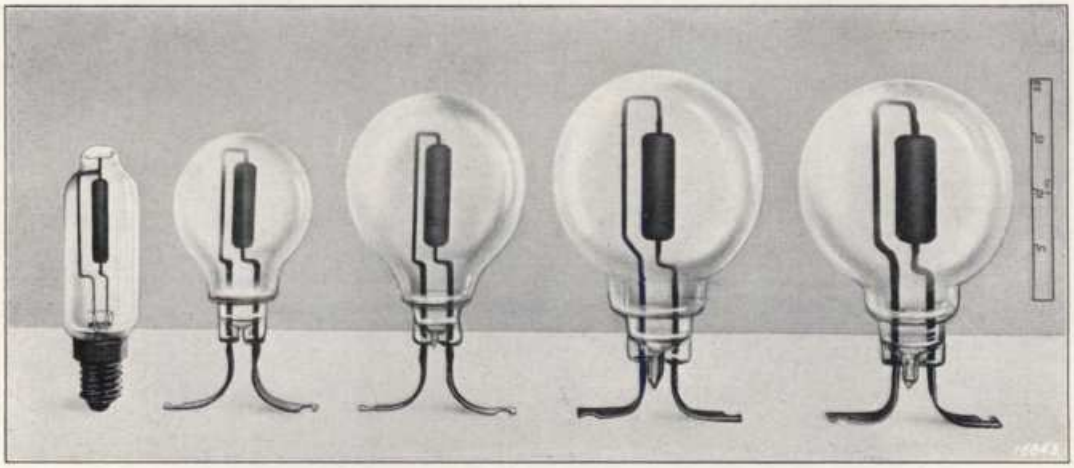


Fig. 4. Weerstand-stroomkarakteristieken van de in fig. 2 en 3 weergegeven aanloopbuizen voor 220 V. De schaal van de ordinaat (weerstand in Ω) is logarithmisch gekozen wegens de groote verschillen tusschen koude en warme weerstand. Iedere kromme is geteekend tot aan het punt van de maximaal toelaatbare bedrijfsstroomsterkte van de betreffende buis.



A *B* *C* *D* *E*

Fig. 3. „Starto"-aanloopbuizen voor grootere stroomen: *A* (17 A), *B* (25 A), *C* (35 A), *D* (70 A) en *E* (100 A).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

buizen *A* en *E* worden voor het inschakelen van spanningen van 125, 220 en 380 V gemaakt; het eenige verschil tusschen bijv. de buizen *A 125* en *A 220* is te vinden in de lengte van het weerstandsmateriaal.

In *tabel I* zijn de eindweerstanden voor de buizen *A 220* tot *E 220* bijeengebracht.

Tabel I

Type	Max. stroomsterkte in A	Weerstand in Ω	Opgenomen spanning in V
A 220	17	1,2	20
B 220	25	0,7	18
C 220	35	0,5	17
D 220	70	0,2	15
E 220	100	0,15	14

Zooals men ziet, is de opgenomen spanning voor al deze types gemiddeld 17 volt, dus 8% van de netspanning. Voor de 125 V buizen vindt men overeenkomstig gemiddeld 10%, voor de 380 buizen ongeveer 6% [3]).

In koude toestand liggen de weerstandswaarden in de buurt van 100 Ω bij het type *A 220* en *15* Ω bij *E 220*; ze zijn zoodanig gekozen, dat de stroom bij het inschakelen op de netspanning ongeveer ⅛ bedraagt van de maximale stroom, die door de buis mag gaan. Door een geschikte samenstelling van het weerstandsmateriaal kan echter de waarde van de koude weerstand R_k sterk gevariëerd worden. Er kan bijv. een buis gemaakt worden voor 3 A met een eindweerstand van 4 Ω, die een $R_k = 200$ Ω heeft, maar ook een buis voor dezelfde stroom met een eindweerstand van 5 Ω, die een $R_k = 2000$ Ω heeft [4]).

Uit de weerstand-stroomkarakteristiek kan gemakkelijk de stroom-spanningkarakteristiek afgeleid worden, die in fig. 1 voor de 3 A-aanloopbuis is weergegeven (kromme *B*). In een zeer groot traject van stroomsterkten, verandert de weerstand ongeveer omgekeerd evenredig met de stroomsterkte; hier blijft dus, zooals reeds in de inleiding werd vermeld, de spanning die de buis opneemt ongeveer constant. Bij lagere stroomen is het verloop van de kromme vrij moeilijk ondubbelzinnig vast te leggen. Dit is echter practisch van weinig belang, aangezien de punten van deze kromme toch alleen betrekking hebben op evenwichtstoestanden. Bij de functie van het aanloopen hebben we echter alleen bij het bereiken van de eindwaarde van de stroomsterkte met een evenwichtstoestand te doen; tijdens het aanloopen blijft de weerstand sterk achter bij de stroomsterkte, tengevolge van de groote traagheid. Hierdoor is de spanning op de aanloopbuis tijdens het aanloopen (dus bij kleinere en oploopende stroomsterkten) groot, en daalt dan tot de in de karakteristiek aangegeven eindwaarde van 10 V.

Aanlooptijd

De aanlooptijd, die verloopt tusschen het inschakelen en het bereiken van de eindwaarde van de stroomsterkte, is bepaald door de instelling van een evenwicht tusschen de toegevoerde en de afgevoerde warmte. De warmtetoevoer hangt af van de netspanning, de weerstand R_k van de aanloopbuis in koude toestand en de grootte van de weerstand, die in serie met de aanloopbuis is geschakeld; de warmteafvoer hangt af van de vorm en grootte van de constructie. Beschouwen we eerst alleen de eigenschappen van de aanloopbuis, dan is het duidelijk, dat de aanlooptijd toeneemt, naarmate men R_k grooter kiest (kleine warmtetoevoer) en naarmate massa en oppervlak van de aanloopweerstand grooter worden genomen (langzame temperatuurverhooging tengevolge van grootere warmtecapaciteit en grootere warmteafvoer door het oppervlak). Heeft men een bepaalde aanloopbuis gekozen, dan kan men met deze echter nog geheel verschillende aanlooptijden bereiken, naar gelang van de grootte van de netspanning en de weerstand in serie. Bij een bepaalde kleine netspanning (of een voldoend groote serieweerstand) wordt de aan de aanloopbuis toegevoerde energie zoo klein, dat reeds bij een temperatuurverhooging van enkele tientallen graden een evenwicht tusschen warmtetoevoer en warmteafgifte wordt verkregen. Er vindt dan geen aanloopen plaats, doch de stroom behoudt haar kleine beginwaarde. Men zou echter in dit geval toch een aanloopen kunnen bereiken door de aanloopweerstand van buiten af te verwarmen, bijv. door middel van een parallel geschakelde en om de aanloopstaaf gewikkelde draadweerstand (zie overigens beneden, fig. 9). Heeft men nl. de buis eenmaal opgewarmd, dan is de stroomsterkte en dientengevolge ook de warmtetoevoer aan de buis zóó veel grooter, dat er bij een hoogere temperatuur, waarbij de buis roodgloeiend is, wederom een evenwichtstoestand bestaat tusschen de warmtetoevoer en de hier zeer veel grootere warmteafgifte.

Bij vrijwel alle toepasingen van de aanloopbui-

[3]) Dat het spanningsverlies bij de buis voor kleinere spanning procentueel hooger is, komt o.a. door de grootere invloed van de warmteafvoer over de contacten in het geval van een kortere staaf.

[4]) Bij het doen aanloopen van motoren enz. kan men meestal met minder volstaan. De weerstand in koude toestand wordt, naast de netspanning en de maximale stroomsterkte, op de glazen ballon van elke aanloopbuis gestempeld, bijv. 220 V — 100 Ω/17 A.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info
10/29/2023

zen blijft de weerstand van het in serie geschakelde apparaat niet constant, doch neemt toe. Bij de keuze van een aanloopbuis voor een bepaald geval moet men hiermee, evenals met de reeds genoemde factoren, rekening houden.

Afkoeltijd

De ijzerdraadlamp, die we reeds als het „tegendeel" van de aanloopbuis gekenmerkt hebben, wordt als regulator gebruikt om bij een fluctueerende spanning toch een constante stroom te krijgen. Men werkt dus in het horizontale gebied der kromme *A*, fig. 1. Dat de werking van de lamp, tengevolge van de tijd noodig om temperatuurveranderingen te verkrijgen, met een zekere traagheid behept is, is ongewenscht. Bij de aanloopbuis is het juist andersom, wat betreft haar toepassing tot het onderdrukken van een inschakelstroomstoot. Deze toepassing berust op het feit, dat de temperatuurverhooging een zekere tijd vergt: door de groote massa van het weerstandsmateriaal heeft de buis een tamelijk groote warmtecapaciteit en dus een zekere traagheid. De traagheid heeft echter aan de andere kant tengevolge, dat na het uitschakelen de buis een zekere afkoeltijd noodig heeft om haar functie bij opnieuw inschakelen weer te kunnen vervullen. In sommige gevallen zal men

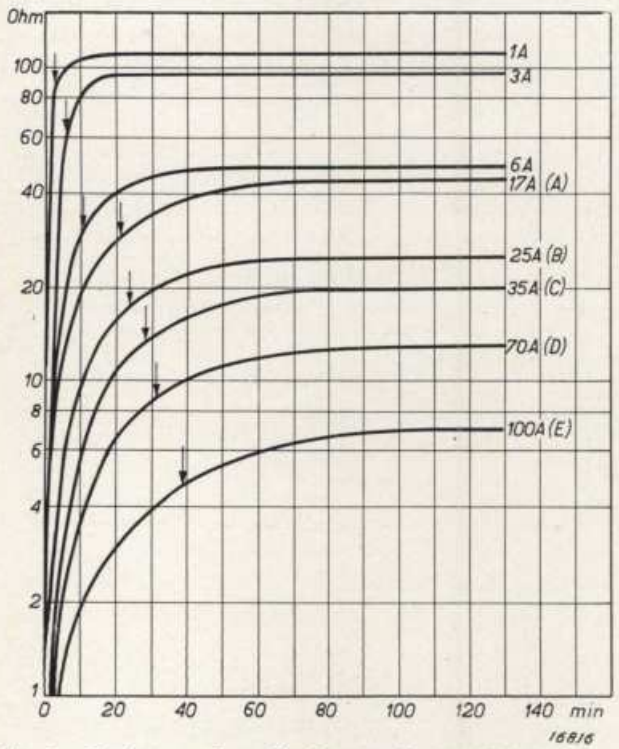


Fig. 5. Verloop van het afkoelen van de verschillende types aanloopbuizen. Uitgezet is de weerstand in Ω als functie van de tijd in minuten, als op het tijdstip 0 de buis wordt uitgeschakeld. Door een pijltje is bij iedere kromme aangegeven, wanneer de betreffende buis weer $^2/_3$ van de weerstand in koude toestand heeft bereikt. Deze „afkoeltijd" blijkt met de grootte van de aanloopbuis toe te nemen.

bijv. hiervoor eischen, dat de weerstand weer $^2/_3$ van de waarde in koude toestand heeft bereikt. In *fig. 5* is het verloop van de afkoeling voor de verschillende in fig. 2 en 3 getoonde types van buizen weergegeven. De zoojuist gedefiniëerde afkoeltijd is telkens door een pijltje aangeduid. Men ziet, dat de afkoeltijd langer is, naarmate de aanloopbuis grooter is.

Het feit, dat de „Starto"-aanloopbuizen bij hooge temperatuur werken, is een voordeel met het oog op snel afkoelen. Bij roode gloeihitte immers draagt de straling belangrijk tot een snelle afkoeling bij, terwijl in het lage temperatuurgebied de afkoeling in hoofdzaak op de convectie is aangewezen en dus veel langzamer verloopt.

Toepassingen van aanloopbuizen

De toepassing van aanloopbuizen voor het verminderen of vermijden van inschakelstroomstooten bij motoren, lichtnetten, transformatoren, condensatoren, enz. biedt belangrijke voordeelen ten opzichte van de gebruikelijke regelbare weerstanden of schakelinrichtingen. De werking is geheel automatisch, er zijn geen bewegende deelen en geen sleepcontacten, die kans kunnen loopen om in te branden. De aanloopbuizen worden dan ook gekenmerkt door een lange levensduur. Bij het 3 A-type werd geen verandering van de eigenschappen van de buis geconstateerd na meer dan 10 000 uren continue belasting en 100 000 maal inschakelen van een motor van 1,3 pk. Ook de gewichts- en ruimtebesparing bij het gebruik van aanloopbuizen is groot; het 3 A-type weegt slechts 15 gram, de grootste afmetingen zijn 2,5 × 6 cm; de overeenkomstige cijfers voor het 100 A-type zijn 800 g en 20 × 31 cm.

In vele gevallen, waar men vroeger een apparaat direct op het net inschakelde, omdat een voorschakelapparatuur niet loonde, zal men nu een aanloopbuis kunnen toepassen. Ook bij inschakelstooten, die in absolute waarde slechts klein zijn, is het langzaam aanloopen een voordeel, doordat bijv. bij motoren minder onderhoud aan de collector noodig wordt en stroomstooten in het net en het doorsmelten van veiligheden voorkomen worden.

We zullen nu nog enkele voorbeelden van toepassing nader bezien.

Aanloopen van motoren

Het weerstandsstaafje van iedere buis kan slechts een beperkt vermogen opnemen, zonder dat oververhitting optreedt. Daarom is voor iedere buis een maximale waarde van de stroom in continu

Digitized in Heiloo the Netherlands
Not for sale!
Digitized by www.freeservicemanuals.info

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

bedrijf voorgeschreven. Is echter de beginweerstand van het verbruiksapparaat zeer veel kleiner dan zijn eindweerstand, zooals bijv. het geval is bij groote motoren, dan blijkt de warmteontwikkeling in de aanloopbuis, als men deze in overeenstemming met de opgestempelde maximale stroomsterkte gekozen heeft, toch te groot te zijn; het verwarmen van de staaf geschiedt niet meer gelijkmatig en er kan plaatselijke oververhitting optreden. Om dit te vermijden neemt men voor een motor van een bepaalde opgenomen stroomsterkte een aanloopbuis voor ongeveer de dubbele maximale stroomsterkte [6]).

Voorbeeld: Een 3 pk, 125 V gelijkstroom-shunt-motor verbruikt, 30% belast, 12 A. Een aanloopbuis *B 125* (dus met 25 A maximale stroom) is geschikt om deze motor onbelast te doen aanloopen. De inschakelstroomstoot blijkt 19 A te bedragen [7]). Is de motor aangeloopen, dus de aanloopbuis warm, dan mag de stroom in het continue bedrijf tot 25 A, en tijdelijk tot 50% daarboven stijgen. Deze tijdelijke overbelastbaarheid van 50% in warme toestand geldt overigens voor alle buizen.

Vanzelfsprekend kan men een geheel automatisch werkende vóórschakelweerstand niet gebruiken in die gevallen, waar men ook het toerental wil regelen (zooals in sommige gevallen bij gelijkstroommotoren). Ook komen gevallen voor, waar men direct na het uitschakelen weer wil inschakelen. Men kan aan het bezwaar van de dan optredende grootere inschakelstoot tegemoetkomen, door na het aanloopen de aanloopbuis kort te sluiten. Deze heeft dan meestal tijd om af te koelen en bovendien heeft men het voordeel, dat het wattverlies van de aanloopbuis uitgeschakeld is. Het kortsluiten kan met een eenvoudige schakelaar of automatisch met een electromagnetisch relais geschieden. Bij de kleinere aanloopbuizen is het wattverbruik vaak van zoo weinig belang, dat, wat dit punt betreft, de aanloopbuis niet kortgesloten behoeft te worden.

Met welke inschakelstroomen men moet rekenen bij het direct-weer-inschakelen leert het in *fig. 6* weergegeven voorbeeld.

Langzaam inschakelen van lichtinstallaties

De onderdrukking van de inschakelstroomstoot bij gloeilampeninstallaties is een soortgelijke toepassing van de aanloopbuis als bij motoren. In sommige gevallen gaat het er echter speciaal

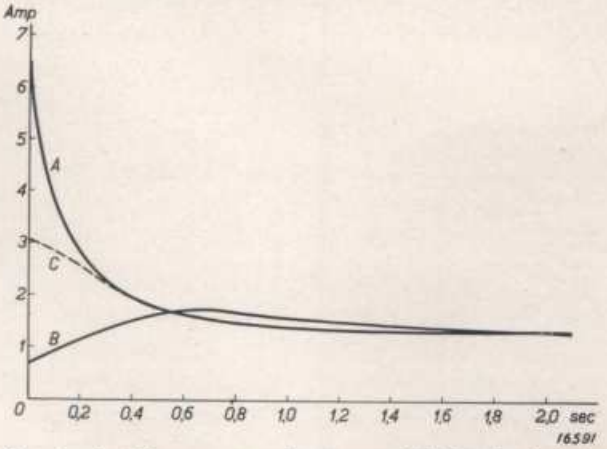


Fig. 6. Oscillogram van de stroom bij het inschakelen van een 220 V wisselstroom-collectormotor, die 1,3 A stroom opneemt. *A*: direct inschakelen op het net, de inschakelstroom bedraagt 500% van de bedrijfsstroomsterkte. *B*: met aanloopbuis „Starto" 3 A-type, de inschakelstroom is op 130% van de eindstroomsterkte gereduceerd. *C*: met dezelfde aanloopbuis, bij inschakelen onmiddellijk na het uitloopen van de motor (d.i. hier 7 sec na het uitschakelen; dit is het meest ongunstige geval), de beginstroom bedraagt 240% van de eindstroomsterkte.

om, het licht langzaam aan te laten gaan, bijv. in bioscopen, theaters, enz. Ook deze taak kan men de aanloopbuis toevertrouwen. Waar een betrekkelijk lange aanlooptijd vereischt is, kiest men, evenals in het geval van groote motoren, een buis met een maximale stroomsterkte gelijk aan het dubbele van de bedrijfsstroomsterkte van de lichtinstallaties (of nog hooger).

Voorbeeld: In een zaal zijn op het 220 V-net zes gloeilampen van tezamen 900 W geschakeld. De eindstroom zal dus 4 A moeten zijn. Wanneer men bij het inschakelen met zeer weinig licht wil beginnen, moet de beginstroom ongeveer de helft, d.i. 2 A bedragen. De weerstand bij inschakelen moet dus 110 Ω zijn. De zes parallel geschakelde gloeilampen hebben een beginweerstand van ongeveer 12 Ω, de weerstand van de benoodigde aanloopbuis moet koud dus ongeveer 100 Ω bedragen. Hieraan voldoet de buis *A 220*, die ook wat de maximale stroomsterkte betreft voor dit doel geschikt is. Uit het stroom-tijdsdiagram *fig. 7* blijkt, dat de stroom van 50% tot 90% van de eindwaarde toeneemt in 15 seconden, een tijd, die aangenaam is voor het oog.

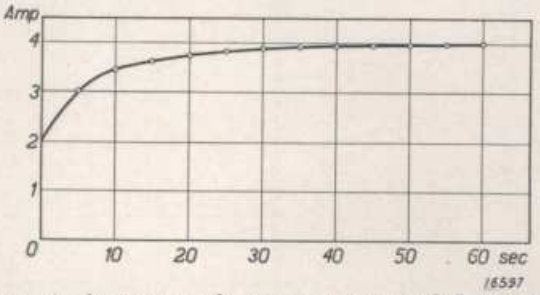


Fig. 7. Aanloopen van de stroom in een verlichtingsinstallatie met vóórgeschakelde aanloopbuis *A 220*. De weerstand van de buis in koude toestand is zoo gekozen, dat de beginstroom 2 A = 50% van de bedrijfsstroom bedraagt. Na 15 sec heeft de stroom 90% van zijn eindwaarde bereikt. Dit langzame aangaan van het licht is aangenaam voor het oog.

[6]) De opgenomen stroomsterkte hangt van de belasting af: een groote motor in onbelaste toestand kan dezelfde stroom opnemen als een kleine motor bij volle belasting. Dan zal men ook voor het onbelast aanloopen van de groote motor dezelfde buis kunnen nemen als voor het volbelast aanloopen van de kleine motor.

[7]) De weerstand van de buis *B 125* bedraagt warm ongeveer 0,9 Ω bij 12 A. Schakelt men in plaats van de aanloopbuis een gewone draadweerstand van 0,9 Ω in serie met de rotor, dan blijkt de inschakelstroomstoot 60 A te zijn, dus ruim driemaal zoo hoog.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Vertraagd en stapsgewijs inschakelen

De aanloopbuizen kunnen, zooals vooral uit het laatstgenoemde voorbeeld zonder meer duidelijk zal zijn, ook de functie van bimetaalschakelaars overnemen voor het vertraagd inschakelen van stroomkringen, bijv. van anodekringen bij gelijkrichters, versterkers, relais, enz. De gewenschte vertragingstijd kan bereikt worden door geschikte keuze van de weerstand van de aanloopbuis. Men kan bijv. een stroom-tijd-kromme verwezenlijken zooals in *fig. 8* aangegeven.

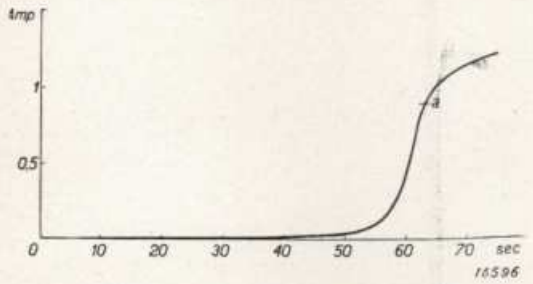


Fig. 8. Aanloopen van de stroom bij een aanloopbuis, die als „vertraagde schakelaar" dient. Deze toepassing leent zich vooral voor het inschakelen van de hoofdstroom met behulp van een electromagnetisch relais. De hulpstroom door het relais loopt door de vóórgeschakelde aanloopbuis langzaam aan, en heeft bijv. eerst in het punt *a*, d.i. na ruim 1 minuut, de noodige sterkte bereikt om de electromagneet te doen aantrekken. Men heeft hierbij het voordeel, dat men bij groote hoofdstroomen toch kleine typen van aanloopbuizen kan toepassen (korte afkoeltijd!).

Ingeval er een bepaalde beginstroom vereischt is, die na een bepaald aantal minuten tot bijv. het viervoudige moet stijgen, kan men een speciaal geconstrueerde aanloopbuis nemen, waarin parallel met de aanloopweerstand een draadweerstand is geschakeld (*fig. 9*). De vertragingstijd wordt in dit geval bepaald door de weerstand van het aanloopstaafje in koude toestand en de warmtetoevoer van de stroom, die door de parallelweerstand gaat. Op deze wijze kan men zeer vele variaties in stroomen en tijden realiseeren.

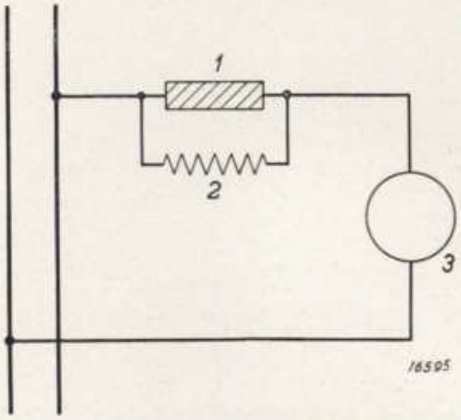


Fig. 9. Speciale uitvoering van een aanloopbuis voor stapsgewijs inschakelen. In de glazen ballon van de buis is naast het aanloopstaafje *1* een parallel daarmee geschakelde draadweerstand *2* aangebracht. Men krijgt een bepaalde beginstroom in het verbruiksapparaat *3*. De weerstand van het staafje *1* is koud zoo hoog, dat het zich niet zelfstandig op kan warmen. Door de warmteontwikkeling van het spoeltje *2* wordt echter de staaf geleidelijk warmer, vanaf een bepaald oogenblik is zij over het doode punt heen en loopt nu vlug aan, zoodat de stroom in *3* nu tot de eindwaarde stijgt.

De hier gegeven uiteenzettingen en voorbeelden mogen voldoende zijn om aan te toonen, dat de nieuwe aanloopbuizen eigenschappen bezitten, die hen geschikt maken voor vele toepassingen op het gebied der electrotechniek.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

DE BEITEL VOOR HET REGISTREEREN VAN GELUID VOLGENS HET PHILIPS-MILLER-SYSTEEM

door A. CRAMWINCKEL.

Samenvatting. Uit de eischen, die gesteld worden aan de beitel, die gebruikt wordt bij het registreeren van het geluid volgens het Philips-Miller systeem, worden eenige afmetingen afgeleid en wordt tevens het te gebruiken beitelmateriaal vastgesteld. In dit verband worden onderzoekingen besproken over de duurzaamheid van de beitel bij het snijden in de „Philimil"-band.

Het principe van het Philips-Miller-systeem voor geluidsregistratie en in het bijzonder de constructie en de eigenschappen van de geluidsschrijver werden in dit tijdschrift reeds uitvoerig besproken [1], [2]. Het registreeren van het geluid geschiedt bij dit systeem op mechanische wijze en wel als volgt: Een evenredig met de geluidstrillingen op en neer bewegende wigvormige beitel (*fig. 1*) snijdt een

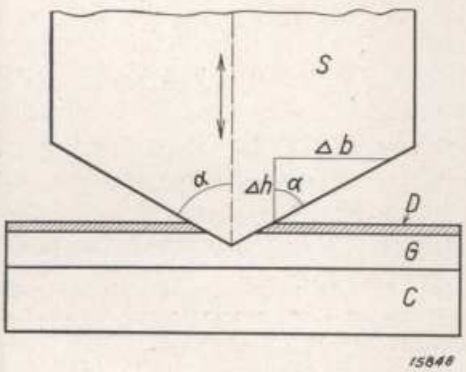


Fig. 1. De wigvormige beitel en de „Philimil"-band voor de registratie van geluid volgens het Philips-Miller-systeem. De bij het snijden van het geluidsspoor bereikte „vergrooting" bedraagt $2\,\Delta b/\Delta h = 2\,tg\,\alpha$.

doorzichtig spoor in een „Philimil"-band, dit spoor wordt daarbij met het geluid gemoduleerd door breedtevariatie. De „Philimil"-band bestaat uit een celluloidstrook *C* (zooals bij de photografische film), waarop een doorzichtige gelatinelaag *G* (ongeveer 60 μ dik) en een zeer dunne ondoorzichtige deklaag *D* (ongeveer 3 μ dik) zijn aangebracht. Doordat de beitel bij het snijden van de groef de deklaag wegneemt, ontstaat een doorzichtig spoor op een ondoorzichtige achtergrond. Tengevolge van de stompe wigvorm van de beitel veroorzaken de kleine beitel-amplituden Δh aanzienlijk vergrootte breedteveranderingen $2\,\Delta b$ van het gesneden spoor. Door het toepassen van deze vergrooting is mechanische registratie van een amplitude-lineair systeem [3] met alle daaraan verbonden voordeelen mogelijk geworden.

In dit artikel zal een en ander medegedeeld worden over de onderzoekingen, die hier gedaan zijn bij het uitwerken van de beitel, waarmee het spoor gesneden wordt, en over de resultaten, die zij hebben opgeleverd.

Aan de beitel zijn de volgende eischen te stellen:

1) Hij moet de trillingen van het anker van de geluidschrijver 40-voudig vergrooten [3] en onvervormd op de band vastleggen en wel tot de hoogste frequenties met de maximale amplituden, die kunnen optreden in het te registreeren geluid;

2) Hij moet zoo duurzaam zijn, dat gedurende de opnamen geen dusdanige slijtage optreedt, dat de kwaliteit van het geregistreerde geluid schadelijk wordt beïnvloed.

De eerste eisch bepaalt eenige afmetingen van de beitel. Uit fig. 1 leiden wij de amplitude $2\,\Delta b$ van het gemoduleerde geluidsspoor af:

$$2\,\Delta b = \Delta h \,.\, 2\,tg\,\alpha$$

De vereischte vergrooting $2\,\Delta b/\Delta h = 40$ geeft een beitelhoek $\alpha = 174°$; de snijkanten van de beitel maken dus een hoek van slechts 3° met het oppervlak van de band. Doordat deze hoek zoo klein is, moeten voor een onvervormde weergave scherpe eischen gesteld worden aan de rechtlijnigheid der snijkanten, aan de diktetolerantie van de band en aan de nauwkeurigheid van het inklemmen van de beitel [4].

De beitelhoek β (zie *fig. 2*) is binnen zekere grenzen willekeurig. Hij moet echter niet te groot

[1] R. Vermeulen, Philips techn. T. 1, 107, 1936.
[2] A. Th. v. Urk, Philips techn. T. 1, 135, 1936.

[3] Zooals in dit tijdschrift [2] uiteengezet werd, bedragen de trillingen van het anker bij een geluidschrijver van de hier gekozen soort slechts enkele honderdste mm. Om de maximale breedte van 2 mm van het gemoduleerde geluidsspoor te bereiken is de sterke vergrooting noodzakelijk.

[4] De snijlijn van het voorvlak van de beitel met de band moet ter vermijding van vervormingen nauwkeurig loodrecht staan op de bewegingsrichting van de band. Daarentegen is een kleine zijdelingsche stand van de beitelas in dien zin, dat de beide snijkanten verschillende hoeken maken met het vlak van de band, onschadelijk. Het geluidsspoor wordt daardoor wel onsymmetrisch; er treden hierbij in het geregistreerde geluid echter geen vervormingen op.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

zijn, daar de grootste helling φ, die de beitel kan snijden bij het indringen in de gelatine, begrensd

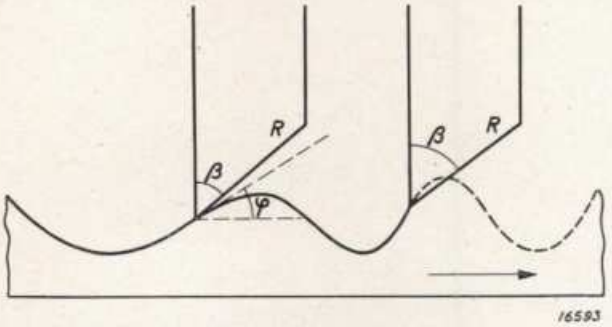


Fig. 2. De begrenzing bij het snijden.
links $\varphi + \beta < 90°$, mogelijk
rechts $\varphi + \beta > 90°$, niet mogelijk.
De grootste helling φ, die de beitel kan snijden bij het indringen in de gelatine is bepaald door $\varphi + \beta = 90°$.

wordt door de helling van zijn rugvlak R en wel dan, wanneer $\varphi + \beta = 90°$ is. De grootste amplitude, die gesneden kan worden, is evenredig met de lengte van de gesneden golf, dus bij een gegeven snelheid van de band omgekeerd evenredig met de frequentie. *Fig. 3* toont dit verband voor verschillende beitelhoeken β. Iedere schuine lijn geeft voor een bepaalde beitelhoek de grootst mogelijke amplitude. Bij de in de practijk gekozen beitelhoek van 55° kan bijv. een toon van 4000 Hertz maximaal met een modulatiebreedte van 1 mm geregistreerd worden (i.p.v. de 2 mm modulatiebreedte, die verkregen zou worden bij de volle beiteluitwijking van 25 μ). De bovendien in deze figuur geteekende kromme lijn stelt echter de grootste amplitude voor, waarmee de verschillende frequenties in muziek en spraak voorkomen ten opzichte van elkaar. De kromme werd door Fletcher uit metingen van Sivian, Dunn en White[5]) afgeleid. Aan het maximum, dat bij 300 Hertz optreedt, werd hier de volle modulatie van 2 mm gegeven. Men ziet, dat bij $\beta = 55°$ een beperking van de amplituden door de rug van de beitel pas boven 8000 Hertz optreedt. Maar zelfs bij 15000 Hertz bedraagt de beperking van de registratie pas 3 db[6]), zoodat het geen zin heeft de beitelhoek nog kleiner te maken, vooral daar de duurzaamheid van de beitel toeneemt met de grootte van de beitelhoek.

De tweede eisch, nl. die van de grootst mogelijke duurzaamheid van de beitel, leidde tot het zoeken naar een geschikt beitelmateriaal, daar de snijhoeken van de beitel, zooals we gezien hebben, reeds vastgelegd zijn. Hiertoe was het eerst noodig de oorzaken na te gaan, waardoor slijtage van de beitel optreedt.

Het bleek, dat de levensduur van de beitel aanzienlijk verhoogd wordt, wanneer de zuiverheid van de gelatine toeneemt. Het schijnt dus, dat niet het snijden in de gelatine zelf oorzaak is van de slijtage, maar het in de gelatine sporadisch voorkomen van inhomogeniteiten als stofdeeltjes e.d.

[5]) L. I. Sivian, H. K. Dunn en S. D. White, Journ. acoust. Soc. Am. **2**, 330, 1931. H. Fletcher, Bell Syst. techn. Journ. **10**, 349, 1931.

[6]) Overeenkomende met een factor 1,4 in de amplitude, wat voor het oor volkomen onwaarneembaar is bij deze hooge frequentie.

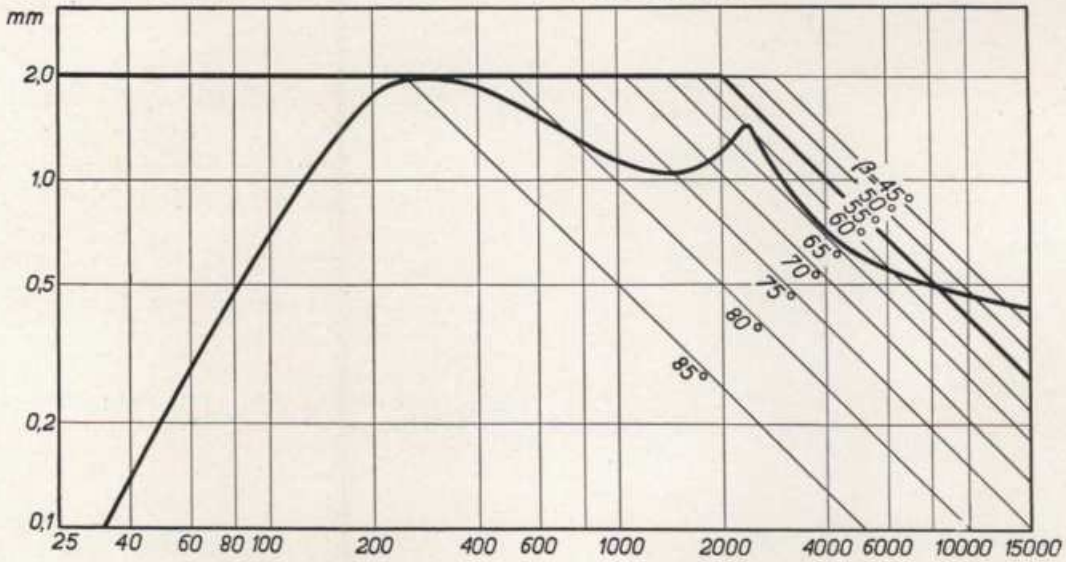
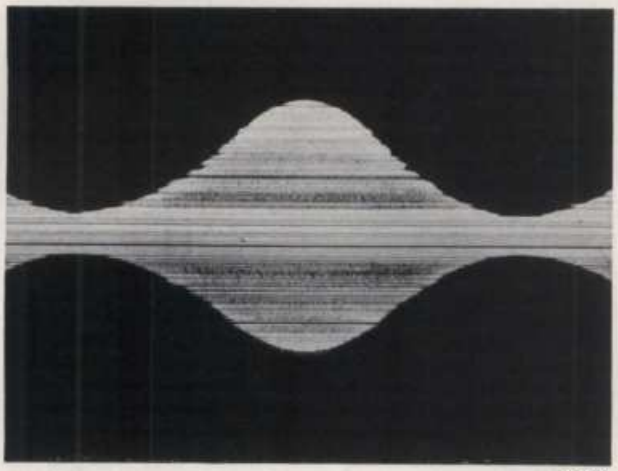


Fig. 3. Grafische voorstelling van de begrenzing van de amplitude a van de beitel in afhankelijkheid van de frequentie ν. Voor een aantal beitelhoeken β is telkens een schuine lijn geteekend, die aangeeft, welke maximale breedte in mm de modulatie van het geregistreerde geluidsspoor bij iedere frequentie kan bereiken. De medeingeteekende kromme geeft aan, met welke maximale amplituden (als modulatiebreedte aangegeven) in werkelijkheid alle frequenties ten opzichte van elkaar in normale muziek en spraak voorkomen. Waar een schuine lijn de kromme snijdt begint voor de betreffende beitelhoek dus de werkelijke begrenzing van de amplitude.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

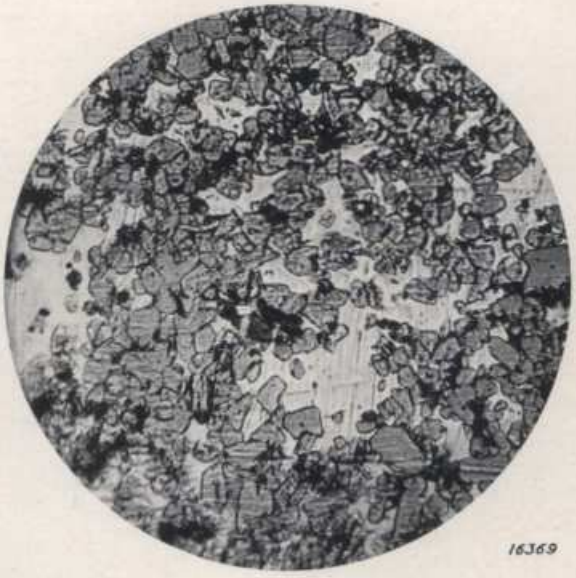
www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Wegens de groote hardheid van deze deeltjes moet de beitel uit een zeer hard materiaal vervaardigd worden; wegens de zeer plaatselijke belasting van de beitelkanten door deze kleine deeltjes moeten ook hooge eischen worden gesteld aan de homogeniteit. De taaiheid van het beitelmateriaal schijnt slechts een ondergeschikte rol te spelen. Verschillende staalsoorten met Vickers-hardheden [7]) van 800—900 bleken al direct niet hard genoeg, wat bijv. duidelijk blijkt uit de in *fig. 4* afgebeelde microfoto van een geluidsspoor gesneden met een dezer staalsoorten. Aan de andere kant bleken verschillende sintermaterialen (bijv. carbiden van zware metalen), die een zeer aanzienlijke hardheid hebben (Vickers-hardheid van 1300 -1800) te weinig homogeen (zie etsbeeld *fig. 5*). Het materiaal, dat tenslotte gekozen werd, saffier in éénkristalvorm, vereenigt beide eigenschappen in zich: als éénkristal is het natuurlijk volkomen homogeen (zie het met Röntgen-stralen opgenomen zg. Laue-diagram van *fig. 6*; een etsbeeld als fig. 4 te maken heeft hier geen resultaat, daar er geen structuur te herkennen is) en de Vickers-hardheid bedraagt hier ongeveer 1850. Volgens de hardheidsschaal van Mohs heeft saffier de hardheid 9, terwijl het als het hardst bekend staande materiaal, diamant, hier het cijfer 10 krijgt; tusschen deze beide in ligt bijv. het siliciumcarbide, waarvan de Vickers-hardheid 2100 bedraagt. Ook van dit materiaal werden proefbeitels vervaardigd en het bleek ook zeer geschikt, maar het is moeilijk in de vorm van groote kristallen te verkrijgen. Hetzelfde geldt voor zirkoonoxyde, boriumcarbide (Vickers-hardheid ongeveer 2600; dit materiaal komt, wat hardheid betreft, diamant zeer



16366

Fig. 4. Micro-opname van een geluidsspoor, dat door een bij wijze van proef uit een sneldraaistaal vervaardigde beitel gesneden is, nadat deze een snij-arbeid achter de rug heeft, die overeenkomt met een geluidsspoor van 4-500 m lengte „Philimil"-band. De snijkant van de beitel is geheel uitgerafeld en er zijn tal van hapjes uitgebroken (te zien aan de uitgerafelde rand en de doorloopende dunne lijnen in het geluidspoor, tengevolge van het plaatselijk blijven staan van de deklaag). De frequentie van de geregistreerde toon is 150 Hertz; de foto is 18 maal vergroot.



16369

Fig. 5. Etsfoto van een sintermateriaal, 1000 maal vergroot. Men ziet duidelijk de afzonderlijke deeltjes, die uit een zeer hard metaalcarbide bestaan, en die door een zachter, taai bindmateriaal samen worden gehouden. Het materiaal is klaarblijkelijk zeer inhomogeen.

16368

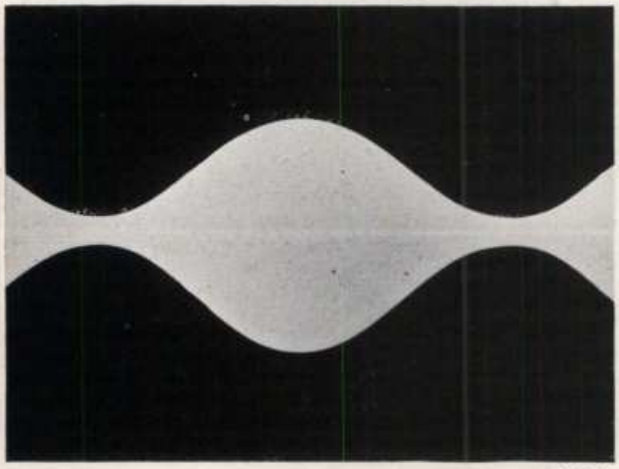
Fig. 6. Röntgen diagram van een saffier-éénkristal (Laue-foto). De volkomen homogeniteit van het éénkristal uit zich door de scherpte en, bij geschikte oriëntatie ten opzichte van de kristalassen bij de opname, door de symmetrische verdeeling der stippen van het Röntgenbuigingsbeeld (verg. ook dit tijdschrift 1, 60, 1936).

[7]) Bij het meten van de hardheid van een materiaal met het Vickersapparaat wordt een diamantpunt, in de vorm van een vierzijdige pyramide met een tophoek van 118°, met een bepaalde kracht in het materiaal gedrukt. Het Vickersapparaat heeft, vergeleken met andere hardheidsmetingen, dit voordeel, dat het voor de zachtste en hardste materialen evengoed te gebruiken is en vrij nauwkeurige resultaten levert. Voor het onderzoek wordt derhalve in dit laboratorium vrijwel uitsluitend de Vickers-hardheid gebruikt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

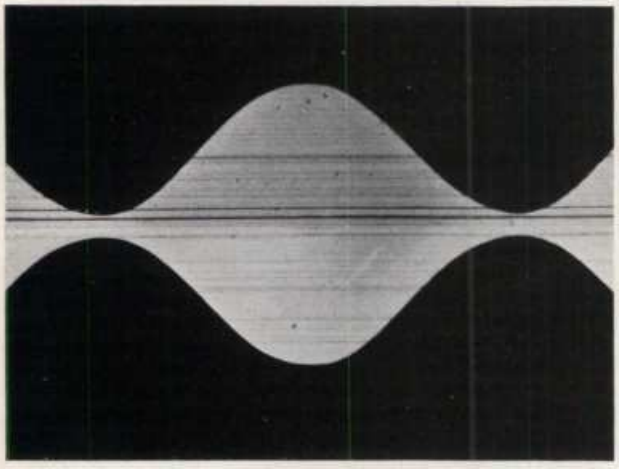
nabij [8]) en andere carbiden, zooals de reeds genoemde metaalcarbiden, die waarschijnlijk ook geschikt zouden zijn, wanneer men ze in de vorm van één-kristallen van voldoende grootte zou kunnen krijgen om er een beitel van te kunnen maken. Natuurlijke en synthetische saffieren vertoonen



16364

Fig. 7a. Een geheel gaaf geluidsspoor, gesneden met een saffieren beitel, aan het begin van zijn in bedrijf stellen.

geen merkbaar verschil in kwaliteit. Ook de oriëntatie van de snijkanten van de beitel ten opzichte van de kristalassen speelt bij saffier geen merkbare rol; in tegenstelling tot andere kristallen, die beproefd zijn, zooals spinel, natuur-korund, siliciumcarbide.



16367

Fig. 7b. Een met dezelfde saffier-beitel verkregen geluidspoor, nadat deze dezelfde arbeid verricht heeft als de stalen beitel in fig. 4. De beitel is hier veel minder gesleten, de snijkant is niet uitgerafeld en er zijn slechts enkele kleine hapjes uitgebroken (te zien aan de doorloopende lijnen in het geluidsspoor). Frequentie en vergrooting als in fig. 4.

[8]) Voor diamant zelf is het niet goed mogelijk een Vickers-hardheid op te geven, zooals uit de definitie hiervan (noot [7])) volgt. In ieder geval zou ze > 2600 zijn.

Fig. 7 toont de microfoto van een met een saffierbeitel geregistreerd geluidsspoor bij het begin van de opname en na een gesneden spoorlengte, overeenkomende met 500 m band. Zooals men ziet, zijn er slechts betrekkelijk weinig hapjes in de snijkant van de beitel ontstaan, die acoustisch niet waarneembaar zijn in het gesneden geluidsspoor; van rafelig worden van de randen van het gesneden spoor (zooals men bij het spoor van de staalbeitel van fig. 4 kan zien) is geen sprake. Daar de gebruikelijke lengte van een rol van de „Philimil"-band 300 m bedraagt, is de duurzaamheid van de beitel voldoende voor de langste opname; bij iedere nieuwe rol wordt in den regel de beitel vernieuwd.

Fig. 8 laat zien hoe de beitel op eenvoudige wijze

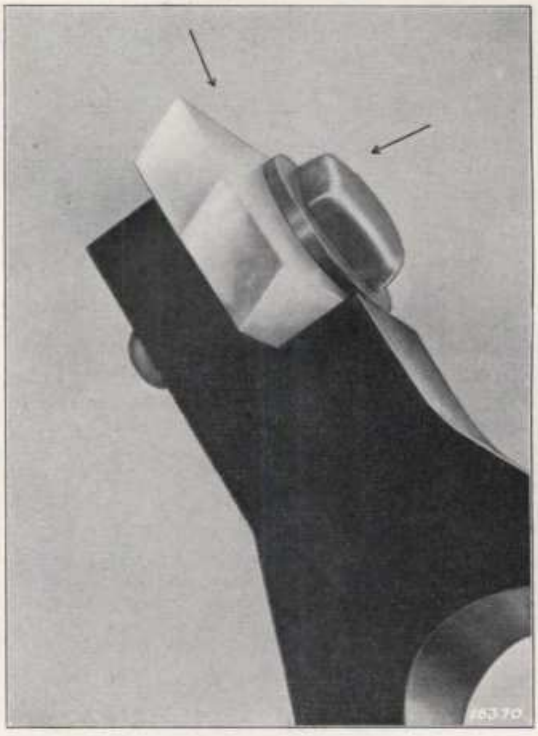


Fig. 8. Bevestiging van de beitel aan het verlengstuk van het anker van de geluidsschrijver. Bij het inzetten wordt de beitel in de richting van de pijltjes tegen de goed vlak geslepen aanlegvlakken gedrukt, en met behulp van een kleine ratelsleutel vastgeschroefd door middel van een schroefje met vierkante kop.

aan de geluidsschrijver bevestigd en uitgewisseld kan worden. Bij de constructie van de bevestiging gold als richtsnoer het zoo licht mogelijk uitvoeren van de beitel en van het uiteinde van het anker om dit bij het registreeren van de hooge frequenties niet onnoodig te belasten met trage massa.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

GEZICHTSSCHERPTE EN WAARNEMINGSSNELHEID IN VERBAND MET DE WEGVERLICHTING

door P. J. BOUMA.

Samenvatting. Nagegaan wordt, hoe de gezichtsscherpte afhangt van de helderheden van object en achtergrond, van de aard van het licht (monochromatische en andere lichtbronnen), van de afstand van den waarnemer en van het waarnemen met één of beide oogen. Van de technische lichtbronnen is de gezichtsscherpte bij natrium- en kwiklicht belangrijk grooter dan bij gloeilampenlicht en neonlicht.
De waarnemingssnelheid wordt voor verschillende lichtsoorten bestudeerd; bij rustende voorwerpen blijken kwik en natrium beter dan gloeilampen en neon; bij bewegende voorwerpen is de volgorde: natrium, gloeilampen, kwik.

Bij het waarnemen van objecten op kunstmatig verlichte wegen komt het er in de eerste plaats op aan, de aanwezigheid van het object *op te merken*. Dit opmerken is mogelijk door het bestaan van een contrast tusschen object en wegdek: contrastgevoeligheid en contrastrijkheid spelen hierbij een rol.

Is het voorwerp eenmaal opgemerkt, dan zal men het vervolgens ook willen *herkennen*, d.w.z. de nauwkeurige vorm waarnemen en de afstand schatten, waarop het zich bevindt. Dit herkennen hangt direct samen met een andere eigenschap van het oog, nl. de *gezichtsscherpte*, waaronder men het vermogen verstaat om de vorm te onderscheiden van bepaalde voorwerpen, die onder een kleine gezichtshoek worden waargenomen, of ook wel het vermogen om dicht bij elkaar geplaatste objecten (bijv. twee punten of een aantal evenwijdige lijnen) nog gescheiden te zien.

Naast de gezichtsscherpte speelt voor het herkennen ook de *waarnemingssnelheid* een belangrijke rol; het *snel* herkennen van een object op de weg is van het grootste belang.

Om de gezichtsscherpte in getallen uit te drukken zouden wij bijv. de gezichtshoek kunnen geven, waaronder we de afstand tusschen twee evenwijdige lijnen moeten zien om ze nog juist gescheiden te kunnen waarnemen. Daar men echter bij voorkeur aan een betere gezichtsscherpte ook een grooter getal zal toekennen, kiest men als maat voor de gezichtsscherpte dan de omgekeerde waarde van deze — in minuten uitgedrukte — hoek. Een andere mogelijkheid is, dat men de afstand aangeeft, waarop men nog juist het onderscheid tusschen een cirkeltje en een vierkantje van 1 cm diameter kan waarnemen. Het verband tusschen de beide maten is ongeveer het volgende: 1 minuut^{-1} correspondeert met 690 cm.

De waarde van de gezichtsscherpte wordt o.m. beïnvloed door de volgende omstandigheden:

A) Physische grootheden:
   1) De helderheid van het waar te nemen object.
   2) De helderheid van de achtergrond.
   3) De physische samenstelling van het licht.
   4) De afstand, waarop het object wordt waargenomen.

B) Eigenschappen van het oog:
   5) Bijziendheid of verziendheid.
   6) Astigmatisme.
   7) Chromatische en sferische aberratie.
   8) Grootte van de lichtgevoelige elementen op het netvlies.

C) Meetmethode:
   9) Keuze van het object.
   10) Waarneming met één oog of met beide oogen.
   11) Storende neven-omstandigheden: verblinding.

Omtrent enkele dezer punten kunnen wij zeer kort zijn. Wij beschouwen alleen het „normale" oog; voor monochromatisch licht uit het midden van het spectrum vertoont dit geen bijziendheid, verziendheid of astigmatisme. Op het vraagstuk van de verblinding zullen wij hier niet ingaan: wij nemen aan, dat dergelijke storende invloeden ontbreken. Alle andere punten zullen wij wat uitvoeriger bespreken.

De samenhang van de gezichtsscherpte met de beide contrasteerende helderheden kan op verschillende wijze in beeld gebracht worden. Wil men direct bij twee gegeven helderheden de gezichtsscherpte kunnen aflezen, dan kan men het beste een diagram maken met de helderheden H_1 (achtergrond) en H_2 (object) als abscis en ordinaat, en hierin de lijnen van constante gezichtsscherpte G teekenen. In *fig. 1* is dit gebeurd voor metingen met natriumlicht; als proefobject diende een aantal te herkennen cirkeltjes en vierkantjes met een

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

afmeting van 1 cm, als maat voor G de afstand, waarop een vierkantje nog herkend kon worden; de

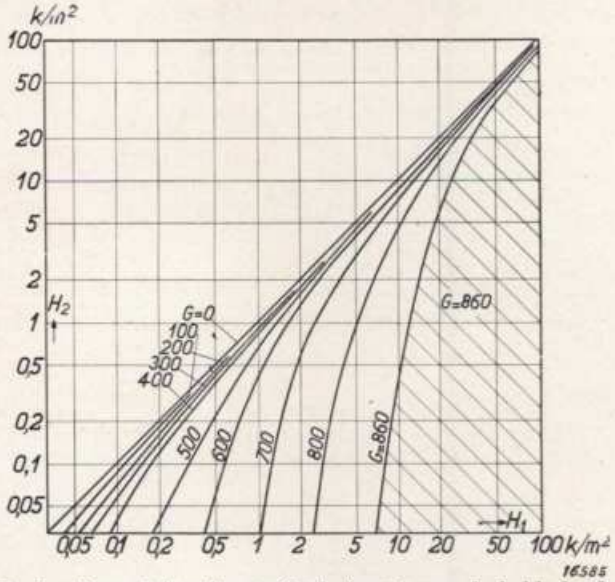


Fig. 1. De gezichtsscherpte G als functie van de helderheid (in kaars/m²) van de achtergrond (H_1) en van het object (H_2), voor natriumlicht (B o u m a).

resultaten hebben betrekking op het — bij de wegverlichting gewoonlijk voorkomend — geval, dat de helderheid van het voorwerp kleiner is dan die van de achtergrond, $H_2 < H_1$. Wij zien uit het diagram o.m. het volgende:

1) Verhooging van H_2 doet het contrast verminderen en daardoor G afnemen.

2) Verhooging van H_1 doet het contrast vermeerderen en daardoor G toenemen.
Deze toename gaat echter nooit boven een bepaalde grens, die hier ca. 860 cm (1,25 minuut^{-1}) bedraagt. Deze begrenzing ontstaat, wanneer de afbeelding van het te onderscheiden detail op het netvlies dezelfde grootte krijgt als de lichtgevoelige elementen. In de praktijk van de wegverlichting (bijv. $H_1 = 0{,}3$; $H_2 = 0{,}06$ kaars/m² en dus $G = 530$) blijven wij gewoonlijk ver beneden deze grens.

3) Evenredige verhooging van H_1 en H_2, in fig. 1 dus een voortschrijden in een richting evenwijdig aan de lijn $G = 0$ (bijv. door verhooging van de verlichtingssterkte), doet G toenemen: verhoogen wij in het bovengenoemde geval H_1 en H_2 met een factor 2, dan stijgt G reeds tot 600; ook hier is de limiet $G = 860$ gesteld.

Voor de vergelijking van de gezichtsscherpte bij verschillende lichtsoorten kunnen wij beter een diagram gebruiken, zooals in *fig. 2* is geteekend. Hier is, bij een bepaalde vaste verhouding van H_1 en H_2 (hier ongeveer 1 : 12), dus voor een licht voorwerp op donkere ondergrond de gezichtsscherpte G als functie van de helderheid H_2 uitgezet en wel voor de volgende lichtsoorten: *1* kwiklicht, *2* natriumlicht, *3* neonlicht, *4* neonlicht (alleen roode lijnen), *5* wit licht (gloeilampen), *6* licht van de blauwe kwiklijn. De krommen voor de groene en voor de gele kwiklijn blijken practisch samen te

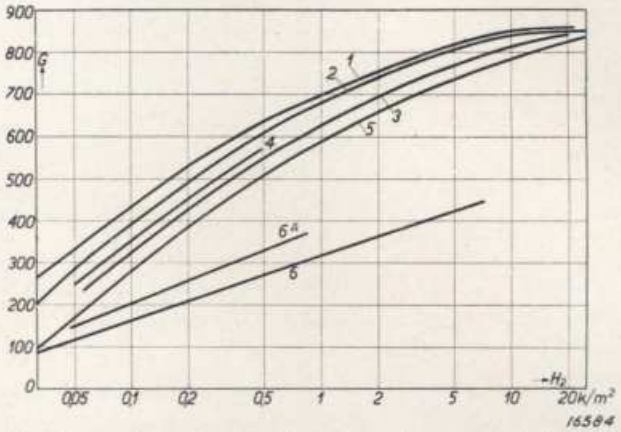


Fig. 2. Gezichtsscherpte G als functie van de helderheid H_2 (in kaars/m²) van het object (helderheid van de achtergrond $H_1 = 1/12\ H_2$): *1* kwiklicht, *2* natriumlicht, *3* neonlicht, *4* de roode neonlijnen, *5* gloeilampenlicht, *6* blauwe kwiklijn, *6A* dezelfde na correctie van bijziendheid (B o u m a).

vallen met die van het volledige kwiklicht. Wij zien uit de figuren, dat de gezichtsscherpte bij kwiklicht en bij natriumlicht die bij wit licht aanmerkelijk overtreft. Een juiste indruk omtrent de grootte van het verschil tusschen natriumlicht en wit licht krijgt men door de verhouding aan te geven van de helderheid bij wit licht tot die bij natriumlicht, om dezelfde G te bereiken. Deze factor f bedraagt in het gemeten gebied gemiddeld 2,5; m.a.w. dezelfde G wordt bereikt, wanneer de helderheid bij wit licht een factor $f = 2{,}5$ hooger is dan bij natriumlicht. De hoofdoorzaak van dit verschil ligt in de chromatische aberratie van het oog; deze bederft bij het witte licht de beeldscherpte op het netvlies en ontbreekt bij het — practisch monochromatische — natriumlicht. Een nader onderzoek leert, dat alle monochromatische kleuren (met uitzondering van de kleinste golflengten, dus blauw en violet) een betere gezichtsscherpte leveren dan wit licht. Ook dit verschil is weer door een dergelijke factor f uit te drukken. In *fig. 3* is voor monochromatisch licht f als functie van de golflengte λ uitgezet: kromme *1* geeft het gemiddelde van de metingen van Ives en Luckiesh, kromme *2* dat van de metingen van Arndt, Bouma, Korff-Petersen en Ogata (alles bij ca. 1 K/m²). Het niet samenvallen van deze krommen is toe te schrijven aan het gebruik van een verschillend testobject: de eerste groep van auteurs gebruikte een rooster van evenwijdige lijnen, de tweede groep meer alzijdig

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

symmetrische voorwerpen (letters, Landoltsche ringen, cirkels en vierkantjes). Vooral bij het na-

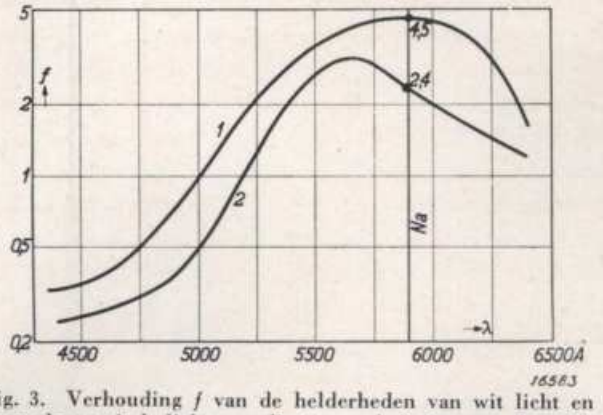


Fig. 3. Verhouding f van de helderheden van wit licht en monochromatisch licht, noodig ter verkrijging van dezelfde gezichtsscherpte (diverse auteurs): *1.* Voor lijnenroosters als testobject. *2.* Voor andere testobjecten.

triumlicht (5890 Å) is het verschil sterk uitgesproken: $f = 4{,}5$ voor de lijnenroosters, $f = 2{,}4$ voor de andere objecten. Voor de praktijk heeft kromme *2* wel de meeste beteekenis. Volgens deze kromme wordt de grootste gezichtsscherpte bereikt voor 5600 Å (niet ver van het punt, waar ook de ooggevoeligheid het grootst is), terwijl de gezichtsscherpte in het rood ongeveer gelijk aan die van het witte licht wordt, in het blauw echter belangrijk kleiner is. Ook het feit, dat kwiklicht zoo'n hooge gezichtsscherpte geeft, is uit fig. 3 te begrijpen: de sterke groene en gele kwiklijnen (5461 en 5770—5790 Å) liggen beide zeer gunstig en daar ze nog dicht bij elkaar liggen, storen ze elkaar niet noemenswaardig; de blauwe lijn (4358 Å) stoort — in verband met haar zeer geringe lichtintensiteit — eveneens weinig.

De geringe gezichtsscherpte voor blauw licht is ten deele toe te schrijven aan het feit, dat het oog voor deze korte golflengten bijziend is. Dat de hoofdoorzaak echter een andere moet zijn, zien wij uit kromme 6^4 van fig. 2, welke na correctie van deze bijziendheid is opgenomen: de verbetering is slechts gering.

Van de bij het begin genoemde punten zijn er thans nog twee niet nader besproken, nl. het zien met één of beide oogen en de invloed van de afstand tot het object.

Wat het eerste punt betreft is gebleken (Blondel, Ferree, enz.), dat de waarneming met twee oogen een betere gezichtsscherpte geeft dan die met één oog, mits de beide oogen (van nature, of na een juiste correctie) geheel gelijk zijn; is dit niet het geval, dan wordt bij het binoculaire zien de gezichtsscherpte bepaald door het best ingestelde oog; sluiten van het andere oog heeft dan geen invloed.

Ten slotte de invloed van de afstand. Men zou verwachten, dat voor het normale oog de gezichtsscherpte (die tenslotte bepaald wordt door een gezichtshoek) onafhankelijk van de afstand zou zijn, m.a.w. wanneer men bijv. een vierkantje van 1 cm op 6 meter afstand nog juist kan herkennen, zou men verwachten een vierkantje van 2 cm nog juist te kunnen onderscheiden op 12 meter afstand. Dit blijkt niet geheel juist te zijn. Uit metingen van Freeman, Luckiesh, Bouma en Mouton blijkt, dat voor afstanden kleiner dan 2 meter de gezichtsscherpte G toeneemt met de afstand d, dat voor d tusschen 2 en 7 meter G vrijwel onafhankelijk van de afstand is en voor grootere afstanden weer langzaam gaat afnemen. *Fig. 4* geeft deze afhankelijkheid weer; de oorzaak

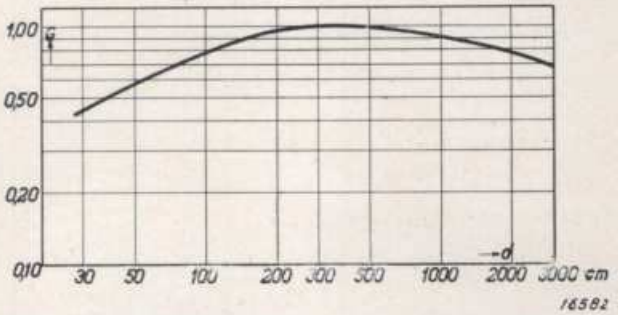


Fig. 4. De gezichtsscherpte G als functie van de afstand d (diverse auteurs).

van het verschijnsel is nog onbekend. De figuur geldt voor het normale oog: het bijziende oog zou bijv. voor groote afstanden een veel sterkere daling van G vertoonen.

Tot dusverre is bij de bespreking één belangrijke factor geheel buiten beschouwing gelaten, nl. de tijd, een factor, die toch op de weg een belangrijke rol speelt. Bij alle genoemde metingen werd aan het oog gelegenheid gegeven om het rustende object gedurende een onbeperkte tijd waar te nemen. De proeven kunnen nu in tweeërlei richting uitgebreid worden:

1) Door het object slechts gedurende een korte tijd aan het oog te vertoonen.
2) Door het object te doen bewegen.

Beperken wij ons eerst tot de eerste uitbreiding, dan kunnen wij dus vragen naar de tijd τ, gedurende welke een object aan het oog vertoond moet worden, opdat herkenning plaats heeft. Deze tijd hangt af van de aard en grootte van het object, de afstand, waarop wij ons bevinden en van de helderheden van object en achtergrond. Variëeren wij uitsluitend de verlichtingssterkte (zoodat de 2 genoemde helderheden evenredig veranderen), dan zal beneden een zekere helderheid H_0 van het object het voorwerp in het geheel

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

niet meer herkend kunnen worden; deze limiet H_0 volgt uit de gezichtsscherptemetingen. Voor helderheden, die slechts weinig boven H_0 liggen, neemt τ hooge waarden aan, de grootheid $1/\tau$, die vaak de waarnemingssnelheid wordt genoemt, nadert hier tot nul. *Fig. 5* geeft een

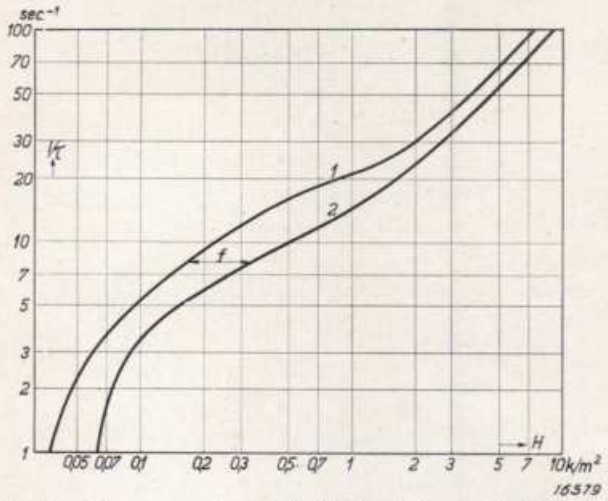


Fig. 5. De waarnemingssnelheid $1/\tau$ (τ is de tijd, die het rustende object belicht moet worden, opdat herkenning plaats heeft) als functie van de helderheid H (in kaars/m²) van het object (Bouma):
1. natriumlicht. *2.* gloeilampenlicht.

voorbeeld van dit verloop ($1/\tau$ als functie van de helderheid H van het voorwerp); cirkels en vierkantjes van 1 cm diameter werden hier op een afstand van 2 meter bekeken; de helderheidsverhouding van voorwerp en achtergrond bedroeg ongeveer 12 : 1; de korte belichtingstijden werden met behulp van een Compur sluiter tot stand gebracht. Kromme *1* is voor natriumlicht, kromme *2* voor gloeilampenlicht opgenomen. Wij merken het volgende op:

1) De krommen gaan voor de — bij $G = 200$ — uit fig. 2 volgende waarden $H_0 = 0{,}032$ en $H_0 = 0{,}060$ inderdaad naar nul.

2) De waarnemengssnelheid is voor natriumlicht steeds grooter dan voor wit licht, of, anders uitgedrukt: ter bereiking van dezelfde $1/\tau$ hebben wij bij wit licht een hoogere helderheid noodig dan voor natriumlicht. Noemen wij de verhouding dezer benoodigde helderheden (evenals bij metingen der gezichtsscherpte) weer f, dan zien wij, dat voor lage helderheden f ongeveer gelijk is aan 2, voor hooge helderheden (boven het niveau van de wegverlichting) wordt f ongeveer gelijk aan 1,2.

3) Voor hooge helderheden wordt $1/\tau$ evenredig met H, m.a.w. het hangt alleen af van de grootheid $H\tau$, dus van de totale hoeveelheid licht, die in het oog valt, of het object herkend wordt; voor deze korte tijden integreert het oog (evenals de fotografische plaat) de helderheid eenvoudig over de tijd.

Voor verschillende monochromatische en andere lichtbronnen werd gevonden, dat de f-waarden, die bij de waarnemingssnelheid optreden, overeenstemmen met die uit de gezichtsscherptemetingen (Arndt). In het bijzonder is dus ook voor natrium- en kwiklicht de waarnemingssnelheid grooter dan voor gloeilampenlicht; vooral voor voorwerpen, die onder een kleine gezichtshoek worden waargenomen, geldt dit (Luckiesh).

De verhoudingen worden eenigszins anders, wanneer wij het object tevens laten bewegen (dus de gezichtsscherpteproeven tegelijkertijd in de beide genoemde richtingen uitbreiden). Dit werd bijv. door Weigel gedaan. Deze bepaalde de tijd τ', gedurende welke het bewegende voorwerp zichtbaar moest zijn om herkend te worden. De snelheid van het voorwerp werd daarbij zóó gekozen, dat steeds dezelfde weg afgelegd werd in de tijd, dat het object zichtbaar was. *Fig. 6* geeft eenige

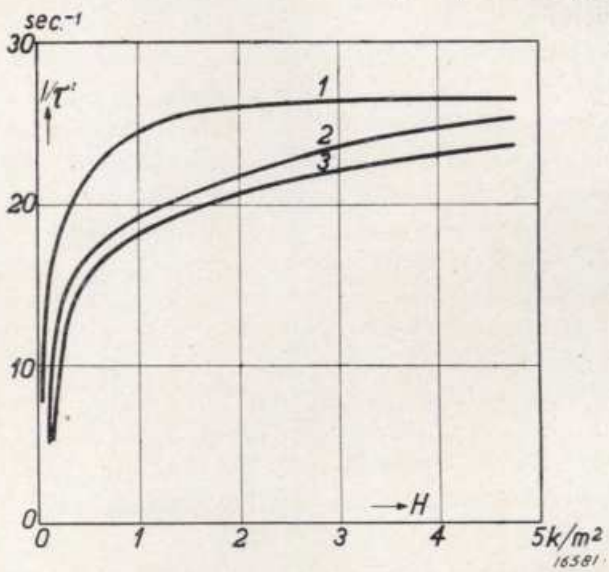


Fig. 6. De waarnemingssnelheid $1/\tau'$ (τ' is de tijd, die het bewegende object belicht moet worden, opdat herkenning plaats heeft) als functie van de helderheid H (in kaars/m²) van de achtergrond (Weigel).
1. natriumlicht, *2.* gloeilampenlicht, *3.* kwiklicht.

van zijn resultaten weer. Voor verschillende lichtsoorten (*1* natriumlicht, *2* gloeilampenlicht, *3* kwiklicht) is hier $1/\tau'$ als functie van de helderheid van de achtergrond uitgezet. (De helderheid van het object was steeds 2,2 maal zoo hoog.) Evenals bij de metingen van Arndt en Bouma is hier het natriumlicht veel gunstiger dan het gloeilampenlicht. Er zijn echter ten opzichte van deze metingen twee belangrijke verschillen:

1) De grootheid τ' bereikt al spoedig een verzadigingswaarde van ca. 1/25 sec, terwijl de

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

voor rustende voorwerpen gemeten grootheid τ bij hooge helderheden tot 1/200 (Bouma, Cobb) of zelfs 1/500 sec (Ferree, Rand) kan dalen.

2) Voor de bewegende objecten is de waarnemingssnelheid bij kwiklicht nog slechter dan bij gloeilampenlicht (Weigel), bij rustende voorwerpen daarentegen veel beter (Arndt).

Beide verschillen zijn eenigszins begrijpelijk. Bij zeer korte belichtingstijden gebruikte Weigel ook zeer groote snelheden van het object; het oog is dan niet meer in staat om het bewegende voorwerp te „volgen". Zelfs bij de grootste helderheden kunnen dergelijke korte waarnemingstijden dus niet meer tot succes leiden; vandaar de verzadigingswaarde. Dat de kleurafhankelijkheid van τ' een andere kan zijn dan die van τ, is begrijpelijk, wanneer wij bedenken, dat hier heel andere eigenschappen van het oog een rol gaan spelen, in het bijzonder de snelheid, waarmee het beeld op het netvlies verdwijnen kan; nemen wij aan, dat deze snelheid voor blauw licht kleiner is dan voor andere kleuren, dan is het te begrijpen, dat natriumlicht in dit geval zoowel kwiklicht als gloeilampenlicht belangrijk overtreft.

Men kan tegen de bovenstaande beschouwingen het argument aanvoeren, dat op de weg ons niet alleen de tijd interesseert, gedurende welke het voorwerp zichtbaar moet zijn, maar in het bijzonder ook de tijd, die verloopt tusschen het eerste verschijnen van het object en het moment, waarop de indruk tot ons bewustzijn is gekomen en het voorwerp inderdaad herkend is. Deze tijd bevat blijkbaar nog een psychologische reactietijd: de tijd, die verloopt van het moment, dat het beeld kant en klaar op het netvlies staat, tot het oogenblik, waarop onze geest de indruk ontvangen en verwerkt heeft. Hoewel het plausibel is, dat deze reactietijd bij verschillende lichtsoorten dezelfde zal zijn, is toch van belang om experimenteel na te gaan, of ook in dit opzicht het natriumlicht bijv. zijn voordeelen ten opzichte van het gloeilampenlicht blijft behouden.

Wij kunnen over dit tijdsverloop van het geheele waarnemingsproces iets te weten komen met behulp van proeven over leessnelheid. *Fig. 7* geeft de leessnelheid in letters per secunde voor verschillende helderheden van het blad en wel: *1* voor natriumlicht, *2* voor wit licht. Wij zien, dat ook in dit opzicht het natriumlicht zijn superioriteit behouden heeft. Voor de grootheid f vinden wij — zooals te verwachten was — weer ongeveer dezelfde waarde, die wij bij de gezichtsscherpte en de waarnemingssnelheid hebben gevonden ($f \sim 2$).

In tegenstelling met fig. 5 vertoont fig. 7 natuurlijk een verzadigingswaarde, bepaald door de snelheid, waarmee onze geest het gelezene kan verwerken; deze verzadigingswaarde is voor beide lichtsoorten dezelfde.

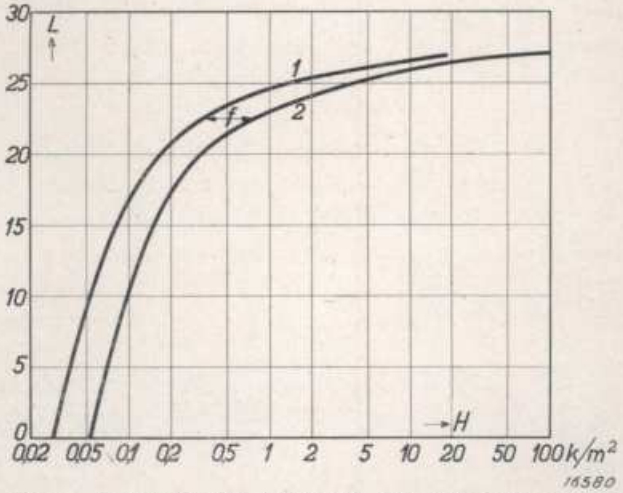


Fig. 7. Leessnelheid L (in letters per sec) als functie van de helderheid H (in kaars/m²) van het blad (Bouma). *1.* natriumlicht. *2.* gloeilampenlicht.

Literatuur

Arndt. Das Licht **3**, 213 en 231, 1933. (Gezichtsscherpte en waarnemingssnelheid bij diverse lichtsoorten.)

Blondel. Revue d'Optique **13**, 247, 1934. (Monoculair en binoculair waarnemen.)

Bouma. Ingenieur **49**, A 31 en 243, 1934. (Gezichtsscherpte en waarnemingssnelheid bij diverse lichtsoorten; afhankelijkheid van beide helderheden en van de afstand; vergelijking tusschen verschillende testobjecten; leessnelheid.)

Cobb. Trans. Ill. Eng. Soc. **19**, 150, 1924. (Waarnemingssnelheid bij wit licht.)

Cobb en Moss. Trans. Ill. Eng. Soc. **23**, 496, 1928. (Gezichtsscherpte bij wit licht.)

Ferree en Rand. Trans. Ill. Eng. Soc. **22**, 79, 1927. (Waarnemingssnelheid bij wit licht.)

Freeman. Journ. Opt.-Soc. Am. **22**, 285, 402 en 729, 1932; **26**, 271, 1936. (Gezichtsscherpte als functie van de afstand.)

Ives. Phil. Mag. **24**, 845, 1912. (Gezichtsscherpte bij monochromatisch licht.)

Korff-Petersen en Ogata. Licht und Lampe **15**, 41, 1926. (Gezichtsscherpte en waarnemingssnelheid bij diverse lichtsoorten.)

Kruyswijk en Zwikker. Physica **1**, 225, 1934. (Gezichtsscherpte bij natriumlicht en wit licht, monoculair en binoculair waarnemen.)

Luckiesh, Taylor en Sinden. Journ. Franklin Inst. **192**, 757, 1921 (Leessnelheid.)

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Luckiesh en Moss. Journ. Opt. Soc. Am. **10**, 275, 1925; Journ. Franklin Inst. **215**, 401, 1933. (Gezichtsscherpte bij diverse lichtsoorten.)

Luckiesh en Moss. Journ. Opt. Soc. Am. **23**, 25, 1933. (Gezichtsscherpte als functie van de afstand.)

Luckiesh. Journ. Opt. Soc. Am. **24**, 6, 1934. (Waarnemingssnelheid bij natrium- en wit licht.)

Mouton. Recherches sur les propriétés physiques et les effets physiologiques d'une lumière colorée, Paris 1935. (Gezichtsscherpte en leessnelheid bij geel licht; invloed van de afstand.)

Weigel. Das Licht **5**, 211, 1935. (Gezichtsscherpte en waarnemingssnelheid bij diverse lichtsoorten.)

Rectificatie:

In de literatuuropgave bij het vorige artikel dezer serie zijn eenige drukfouten geslopen:

Onderaan p. 70 moest staan:

Stiles, Crawford, Proc. Roy. Soc. B. **113** 496, 1933; **116** 55, 1934; Nature **132**, 759, 1933.

Bovenaan p. 171 moet staan:

Cobb, Trans. Ill. Eng. Soc. **8**, 292, 1913; **11**, 372, 1916.

PRACTISCHE TOEPASSINGEN VAN RÖNTGENOGRAFISCH MATERIAALONDERZOEK

door W. G. BURGERS.

Tot nu toe hebben wij ons in deze rubriek bezig gehouden met röntgendiagrammen van zuivere verbindingen, die aan een bepaalde chemische samenstelling beantwoorden, waarbij de verschillende elementen in een vaste verhouding optreden. Waar van mengsels van dergelijke verbindingen gesproken werd, zooals in de beide vorige artikelen, waren de verbindingen als zoodanig naast elkaar aanwezig. Het is echter wel bekend, dat er ook stoffen bestaan, die samengesteld zijn uit meerdere elementen of verbindingen in wisselende verhouding, terwijl toch maar één fase aanwezig is; men spreekt in dit geval van vaste oplossingen of mengkristallen, bij metalen veelal van legeeringen.

Mengkristallen worden dikwijls gevormd door

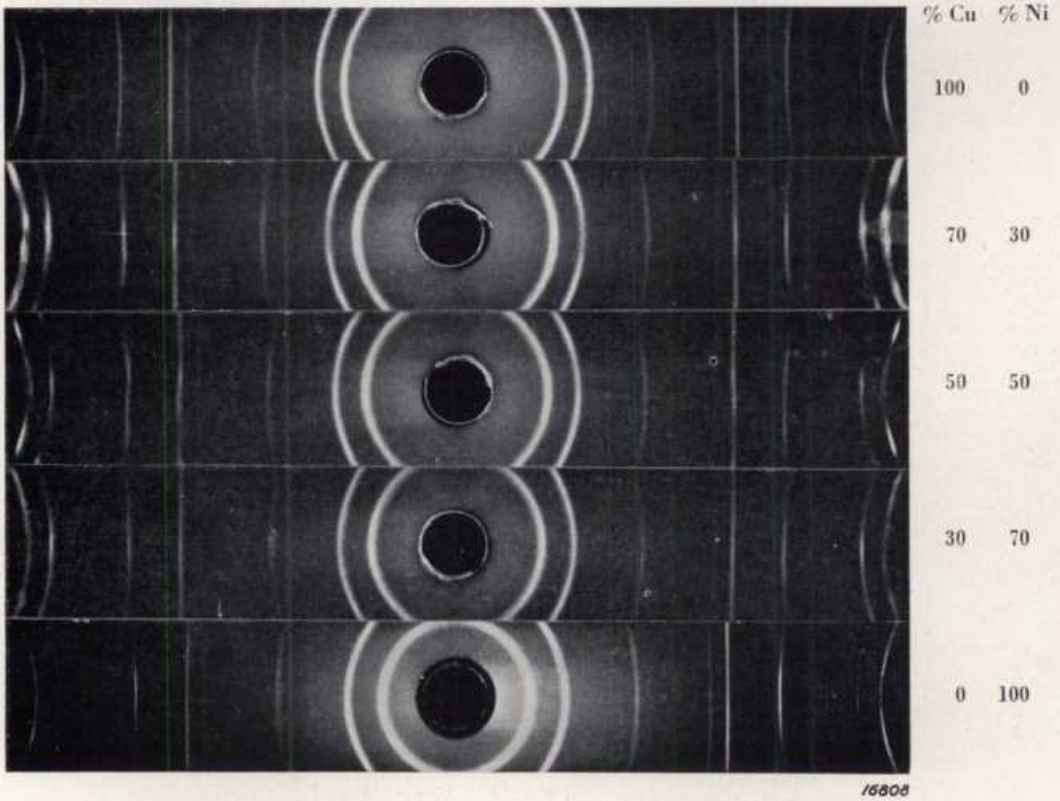


Fig. 1. Röntgenfoto's van koper-nikkel legeeringen met verschillende samenstelling.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023
Digitized by www.freeservicemanuals.info

elementen of verbindingen, die volkomen gelijke kristalroosters bezitten, waarin alleen de afstanden der atomen verschillend kunnen zijn. Voorbeelden van dergelijke „isomorfe" kristalroosters worden bij vele metalen, verder ook bij verbindingen van overeenkomstige samenstelling, bijv. barium- en strontiumcarbonaat, $BaCO_3$ en $SrCO_3$, aangetroffen. Zoodanige elementen of verbindingen zijn dan ook veelal in alle verhoudingen met elkaar mengbaar. Men moet zich daarbij voorstellen, dat bijv. in $BaCO_3$ en $SrCO_3$ de barium- en strontium-atomen, die ieder voor zich zeer bepaalde plaatsen in de kristalroosters der afzonderlijke verbindingen innemen, in het mengkristal op willekeurige wijze over deze plaatsen verdeeld liggen.

In verband met hetgeen boven over het verschil in atoomafstanden in isomorfe kristallen gezegd is, is het te verwachten — en wordt ook inderdaad gevonden —, dat de atoomafstanden in een mengkristal (waarbij ten gevolge van de verschillende atomen, die elkaar afwisselen, slechts van een „gemiddelde" atoomafstand gesproken kan worden) waarden hebben, die tusschen die der beide componenten inliggen. Nader onderzoek heeft geleerd, dat deze atoomafstanden in een mengkristalreeks in het algemeen evenredig met de samenstelling veranderen.

Röntgenografisch uit zich het optreden van isomorfie en mengkristalvorming op zeer eenvoudige wijze: aangezien nl. in isomorfe kristallen, afgezien van het verschil in onderlinge afstand, dezelfde onderlinge rangschikking der atomen optreedt, geven zij tot röntgendiagrammen aanleiding, die overeenkomen, wat betreft de onderlinge ligging der interferentiecirkels, echter verschillen, wat betreft hun diameters. Deze laatste worden nl. bepaald door de hoeken, waaronder de invallende röntgenstralenbundel door het atoomrooster wordt verstrooid, en deze hoeken veranderen met de afstanden der atomen.

Leggen we dus röntgenopnamen van een reeks isomorfe kristallijne stoffen onder elkaar, dan zijn de overeenkomstige cirkels ten opzichte van elkaar verschoven.

Fig. 1 a-e toont een dergelijke reeks mengkristalfoto's: zij zijn afkomstig van koper-nikkel legeeringen met resp. 0, 30, 50, 70 en 100% nikkelgehalte. De steeds afnemende diameter der overeenkomstige interferentie-cirkels is zeer duidelijk te zien.

Het optreden van een legeering of mengkristal kan dus afgeleid worden uit het feit, dat hiervan een röntgenopname verkregen wordt, welke eenerzijds met die van (in aanmerking komende) isomorfe verbindingen overeenkomt, anderzijds er echter van verschilt, wat betreft de onderlinge afstand der interferentiecirkels. Bovendien kan uit de grootte van dit verschil, in verband met wat hierboven over de grootte der verandering in atoomafstand werd medegedeeld, veelal de samenstelling van het mengkristal althans ongeveer worden afgeleid.

Hieronder volgen enkele voorbeelden, waar het optreden van mengkristallen practisch van belang was.

12. Mengkristalvorming in oxydkathodes

De „oxyd-laag" op oxydkathodes bestaat in het algemeen uit bariumoxyde + strontiumoxyde. De oxyden zijn ontstaan door ontleding van barium- en strontiumcarbonaat, welke verbindingen in de vorm van een pap op de kathode (bijv. een nikkelbuisje) gespoten zijn en bij het prepareeren door gloeien in vacuum ontleed worden. Bij de hooge vormingstemperatuur vormen de oxyden door diffusie mengkristallen [1]). Dit kan röntgenografisch aangetoond worden, zooals blijkt uit *fig. 2 a-e*; deze

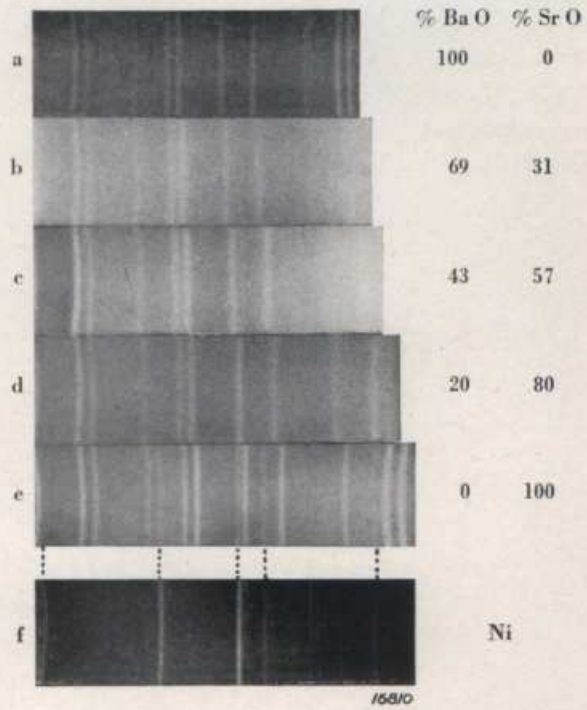


Fig. 2. Mengkristalvorming tusschen BaO en SrO. Op foto e zijn enkele lijnen zichtbaar, die, zooals uit een vergelijking met de nikkelfoto *f* blijkt, van het nikkelbuisje afkomstig zijn, waarop het oxyde zich bevindt.

vertoont een reeks röntgen-foto's van oxyd-preparaten, die door gloeien van carbonaatmengsels met verschillende tusschen $BaCO_3$ en $SrCO_3$ gelegen samenstellingen verkregen zijn. Het is gebleken,

[1]) W. G. Burgers, Z. f. Phys. **80**, 352, 1933.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

dat de mengkristalvorming een invloed heeft op het emissie-vermogen der kathodes [2]).

Een röntgenografisch onderzoek van een aantal kathodes uit normale lampen leerde, dat de mengkristalvorming niet steeds volkomen tot stand gekomen was: in sommige gevallen vertoonden de opnamen de aanwezigheid der beide afzonderlijke oxyden nog naast elkaar [1]). Dit hangt waarschijnlijk hiermede samen, dat de gloeiduur en -temperatuur, die bij het prepareeren der kathodes toegepast wordt, niet in alle gevallen hetzelfde is, en onder omstandigheden voor volledige mengkristalvorming te kort kan zijn geweest.

Het is te verwachten, dat indien bij het bespuiten reeds van een mengkristal der carbonaten uitgegaan wordt, bij het ontleden hiervan onmiddellijk het oxydmengkristal gevormd wordt en dus de rol der diffusie der oxyden in elkaar uitgeschakeld kan worden. Dit kan tot stand gebracht worden door een carbonaatmengsel te gebruiken, hetgeen neergeslagen is uit een oplossing, die zoowel Ba- als Sr-ionen bevat, bijv. een mengsel der nitraten: dat hierbij onmiddellijk een mengkristal van $BaCO_3$ en $SrCO_3$ gevormd wordt, blijkt uit de in *fig. 3* gereproduceerde röntgenfoto's.

[2]) M. Benjamin en H. P. Rooksby, Phil. Mag. **15**, 810, 1933.

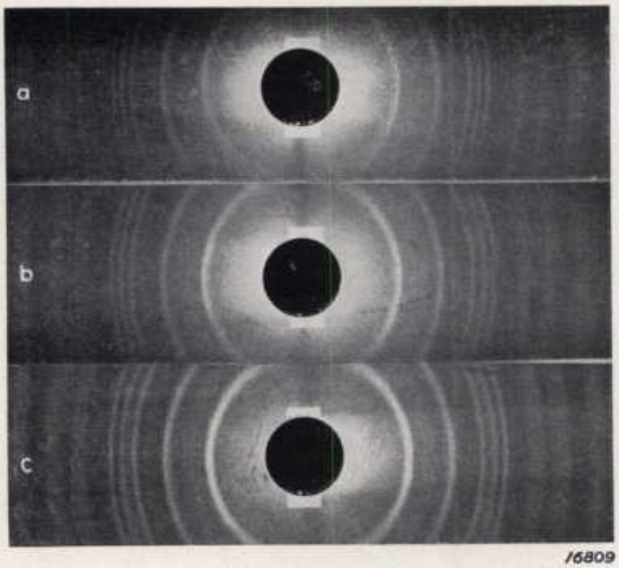


Fig. 3. Mengkristalvorming tusschen $BaCO_3$ en $SrCO_3$ bij gelijktijdig neerslaan uit een oplossing der nitraten.
a) $BaCO_3$; b) $BaSr(CO_3)_2$; c) $SrCO_3$.

13. Nikkelijzer-legeering

Een voorbeeld, dat zich onmiddellijk bij het voorgaande aansluit is het volgende. Röntgenopnamen bevestigden met groote waarschijnlijkheid het op grond van microscopische waarnemingen uitgesproken vermoeden, dat bij het praecipiteeren van nikkeloxalaat + ijzeroxalaat uit een oplossing van nikkelchloride + ijzerchloride, reeds mengkristalvorming optreedt. Het uit het praecipitaat door verhitting verkregen oxyde geeft bij reductie een nikkelijzerpoeder, hetwelk uit een mengkristal van nikkel en ijzer bestaat. Langs deze weg werd dus onmiddellijk een nikkelijzer-legeering verkregen.

14. Luminesceerende preparaten voor lichtbuizen en fluorescentieschermen

Als luminesceerend preparaat wordt veelal zinksulfide met een grootere of kleinere hoeveelheid cadmiumsulfide gebruikt, waarbij de kleur afhangt van de verhouding dezer beide stoffen. De genoemde verbindingen zijn isomorf en vormen mengkristallen in alle verhoudingen. Uit een vergelijking van röntgenopnamen van dergelijke preparaten met standaardopnamen der beide afzonderlijke sulfiden kan de samenstelling op eenvoudige wijze bij benadering (op enkele %) worden vastgesteld.

Errata: Op blz. 157 in No. 5 (artikel lichttelefonie) wordt als spreiding van de lichtbundel $1^1/_2$ % opgegeven. Dit moet zijn $1^1/_2$ ‰. Op blz. 174 in No. 16 links onderaan (artikel ontvanglampen bij korte golven) wordt als looptijd der electronen in de ontvanglamp AF7 opgegeven 2.10^{-6} sec. Dit moet zijn 2.10^{-9} sec.

Digitized by www.freeservicemanuals.info
Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

OVERZICHT VAN RECENTE, WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

No. 1070: J. L. Snoek: Magnetic powder experiments on rolled nickel iron (I) (Physica **3**, 118-124, Febr. 1936).

De zg. figuren van Bitter werden opgenomen aan gewalst nikkelijzer in meer of minder sterk anisotropen toestand. De lijnen verloopen steeds evenwijdig aan de richting van de gemakkelijkste magnetiseerbaarheid. Bij sterk anisotroop materiaal is het lijnensysteem minder duidelijk uitgesproken dan bij zwakkere anisotropie. Wellicht is dit een gevolg van het feit, dat in een sterk anisotrope plaat de inwendige spanningen zwakker zijn. Uitgegloeid materiaal vertoont geen figuren. Aan grof kristallijne platen vindt men lijnen, die overeenkomen met hetgeen door Bitter en Akulov aan spanningsvrije éénkristallen werd waargenomen. Gekruiste lijnsystemen werden gevonden en soms ook een tweede systeem evenwijdig aan het eerste maar met een veel grootere periode.

No. 1071: J. H. de Boer: The influence of Van der Waals' forces and primary bonds on binding energy, strength and orientation, with special reference to some artificial resins (Trans. Faraday Soc. **32**, 10-37, Jan. 1936).

Dit artikel begint met een behandeling van de onderlinge oriëntatie der moleculen onder invloed van de krachten van van der Waals. De neiging der atomen zooveel mogelijk buren om zich heen te verzamelen domineert in het algemeen over de anisotropie in de polariseerbaarheid. Onder verwaarloozing van de afstootende krachten worden met behulp van de benaderende formules van London of van Kirkwood en Slater bevredigende uitkomsten verkregen voor de energie in de evenwichtstoestand. Zooals bekend, volgt uit theoretische berekeningen voor een volmaakt kristal een veel grootere breukspanning dan men in de praktijk aan een gewoon kristal meet. Door de krachten volgens van der Waals mee te rekenen, zou men zelfs tot nog grootere breukbelastingen komen. Door een mozaiekstructuur volgens Zwicky te onderstellen komt men wel tot veel lagere breukspanningen, maar deze zijn toch altijd nog belangrijk hooger dan wat men meet, zoodat een dergelijke mozaiekstructuur, zelfs al zou zij bestaan, niet de verklaring voor de lage breukspanningen kan leveren. Volgens Smekal moeten wij de lage breukspanningen toeschrijven aan fouten in de bouw van het kristalrooster. Deze voor zoutkristallen bekende beschouwingen breidt de schrijver uit voor kunstharsen van het type van phenolformaldehyd en m-cresol-formaldehyd. Bij een volmaakte structuur zou de breukbelasting ongeveer 4000 kg/mm² worden en bij mozaiekstructuur met krachten van van der Waals reduceert zich dit tot 35 kg/mm², hetgeen echter nog belangrijk hooger is dan de experimenteele waarde van 7,8 kg/mm² voor de breukspanning van phenol-formaldehyd. Dit zal wel aan inhomogeniteiten in de stof toegeschreven mogen worden. Voor zuivere structuren kan men op deze wijze voor de breukbelasting echter wel waarden berekenen, die van de goede orde van grootte zijn. De elasticiteitsmodulus van de kunsthars blijkt niet af te hangen van de krachten volgens van der Waals (vgl.: No. 1072 van R. Houwink). Tenslotte werd nog de potentiaalkromme van de binding tusschen 2 benzeenmoleculen nagegaan op grondslag van de onderlinge krachten tusschen de afzonderlijke CH-groepen. Wat de oriëntatie van de benzeenringen bij een stof als polystyreen betreft, werd vastgesteld, dat de benzeenring bij voorkeur met zijn vlak loodrecht op de richting van de aliphatische koolstofketen dezer stof gaat staan. De negatieve stroomingsdubbelbreking van polystyreen wordt hiermede duidelijk.

No. 1072: R. Houwink: The strength and modulus of elasticity of some amorphous materials, related to their internal structure (Trans. Faraday Soc. **32**, 122-131, Jan. 1936).

Op de grondslag van cohesiekrachten der materie wordt een algemeene behandeling gegeven van de trekvastheid en de elasticiteitsmodulus der materie. De belangrijkste theorieën betreffende de inwendige bouw van asphalten, harsen en glas worden kort weergegeven. De elastische eigenschappen zijn speciaal bestudeerd aan hardende harsen. Voor een phenol-formaldehydhars werd bij 195°C gevonden een elasticiteitsmodulus van 1050 kg/mm² en een trekvastheid van 7,8 kg/mm². Deze trekvastheid is slechts $^1/_{550}$ van de waarde, die men hiervoor kon berekenen (vgl.: no. 1071 van J. H. de Boer). Om dit te verklaren worden onregelmatig-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

heden („Lockerstellen") in de structuur der macromoleculen van de hars ondersteld. Oorzaken voor het ontstaan van dergelijke onregelmatigheden worden aangegeven en nader besproken, zoowel voor harsen als voor andere amorfe stoffen, bijv. glas. Voor de elasticiteitsmodulus werd $^1/_{10}$ gedeelte gevonden van de waarde, die men theoretisch zou verwachten. Dat hier de discrepantie zooveel geringer is als bij de trekvastheid, kan wellicht worden toegeschreven aan de rol, die secundaire bindingen (tengevolge van de krachten volgens van der Waals) naast de primaire bindingen spelen in de macromoleculen van de hars.

No. 1073: R. Houwink: High elasticity of three-dimensionally polymerised amorphous materials in relation to their internal structure (Trans. Faraday Soc. **32**, 131-143, Jan. 1936).

In dit artikel wordt het verband aangegeven tusschen de maximale, potentiëele energie, die men in een materiaal kan ophoopen en de energie-inhoud der bindingen. Speciaal van hardende harsen werd het elastische gedrag onderzocht. Een groote elastische vervormbaarheid tot 240 % kan men bij een bepaalde polymerisatiegraad der hars (B-toestand) vinden bij een temperatuur van 120°C. Het verband wordt aangegeven tusschen deze elastische eigenschappen en het ontstaan van onoplosbare, elastische, drie-dimensionale netten. Ook bij asphalt en glas kan men een dergelijk gedrag waarnemen, maar niet in een zóó uitgesproken mate als bij harsen. Bij asphalt en glas is nl. slechts sprake van een elastische vervormbaarheid van de orde van grootte van 20%. Aangetoond wordt, dat de mogelijkheid voor een elastische deformeerbaarheid van deze orde van grootte in het algemeen bij amorfe stoffen schijnt voor te komen in het geval, dat de viscositeit van de orde van grootte van 10^{12} à 10^{13} poises (= dynes cm^{-2} sec) is. Aan de hand van berekeningen worden de veranderingen besproken, die bij de overgang der materie van compacte naar open netstructuren optreden in de elasticiteitsmodulus, de trekvastheid en de vervorming bij breuk. Op grondslag van de bindingsenergie, die is opgehoopt in de intermoleculaire bindingen in asphalt, glas en harsen, tracht de schrijver tenslotte een globale verklaring te geven van de groote elastische vervormbaarheid dezer materialen.

No. 1074: W. Elenbaas: Über die mit den wassergekühlten Quecksilber-Super-Hochdruckröhren erreichbare Leuchtdichte (Z. techn. Phs. **17**, 61-62, Febr. 1936).

In dit artikel wordt aangetoond, hoe men bij de super-hoogedruk-kwikontladingsbuizen met waterkoeling de vroeger bereikte oppervlaktehelderheid kan vergrooten door de binnen- en buitendiameter kleiner te maken. Men houdt hierbij het vermogen en de druk in eerste instantie constant, waarbij de helderheid iets minder dan evenredig met R^{-1} (R = straal) toeneemt. Door de binnendiameter tot op 1 mm terug te brengen bij een vermogen van 1400 W per cm (805 Volt en 2,1 Amp.), heeft men helderheden bereikt van 180 000 kaars/cm².

No. 1075: M. J. O. Strutt: Diode frequency changers (Wirel. Engineer **13**, 73-80, Febr. 1936).

De belangrijkste eigenschappen van diodes voor frequentie-transformatie worden in dit artikel vanuit theoretisch en experimenteel standpunt belicht. De conversie-versterking is: $g = R/(R + R_i)$, als R de afgestemde impedantie aan de primaire zijde van de middelfrequente transformator voorstelt en R_i de effectieve inwendige weerstand van de diode ten opzichte van het binnenkomende signaal. Als men spanningen boven 4 Volt op de oscillator gebruikt en deze met een geschikte vóórspanning op de diode brengt, kan R_i ongeveer 0,1 Megohm bedragen. Tengevolge van de lage ingangsimpedantie zal men de diode bij voorkeur gebruiken met vóórschakeling van een hoogfrequentielamp. Het geruisch als gevolg van het hageleffect is dan te verwaarloozen en fluittonen zijn niet storend, indien de amplitude van het ingangssignaal op de diode slechts eenige millivolts bedraagt, terwijl men evenmin last heeft van vervormingen. Ten opzichte van de octode heeft de schakeling met een diode voor frequentie-transformatie in het algemeen het voordeel, dat ze geschikter is voor zeer korte golflengten. In tegenstelling met andere menglampen kan men bij deze diodeschakeling zonder vermindering van het nuttig effect ook hoogere harmonischen van de oscillatorfrequentie voor de frequentie-transformatie gebruiken, hetgeen voor korte golflengten aanbevelenswaardig kan zijn.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!